



TUGAS AKHIR - EE 184801

**IMPLEMENTASI *THERMAL CAMERA* PADA
PENGATURAN PENDINGIN RUANGAN**

Imam Sasongko Jati
NRP 07111745000070

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

DEPATERMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - EE 184801

**IMPLEMENTASI *THERMAL CAMERA* PADA
PENGATURAN PENDINGIN RUANGAN**

Imam Sasongko Jati
NRP 07111745000070

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - EE 184801

**IMPLEMENTATION OF THERMAL CAMERA FOR AIR
CONDITIONER CONTROL**

Imam Sasongko Jati
NRP 07111745000070

Supervisor
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Implementasi *Thermal Camera* Pada Pengaturan Pendingin Ruangan” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 11 Juli 2019

Imam Sasongko Jati
NRP. 0711174500070

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

**IMPLEMENTASI *THERMAL CAMERA* PADA PENGATURAN
PENDINGIN RUANGAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing,



Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
NIP.196904261994031003



“Halaman ini sengaja di kosongkan”

IMPLEMENTASI *THERMAL CAMERA* PADA PENGATURAN PENDINGIN RUANGAN

Nama : Imam Sasongko Jati
Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ABSTRAK

Masyarakat saat ini memiliki minat yang tinggi dalam penggunaan pendingin ruangan atau *Air Conditioner (AC)*. Pada umumnya, penggunaan *AC* bertujuan untuk meningkatkan rasa nyaman ketika pengguna berada di dalam ruangan. Beberapa produsen saat ini telah menerapkan teknologi guna meningkatkan kenyamanan maupun menekan konsumsi daya. Salah satu cara meningkatkan tingkat kenyamanan pengguna adalah dengan membuat sistem pengaturan suhu *AC* berdasarkan estimasi jumlah orang dalam ruangan. *Thermal Camera* AMG8833 8x8 pixel digunakan sebagai sensor yang dapat membaca sebaran data thermal dalam ruangan. Estimasi jumlah orang didapatkan dari histogram sebaran data thermal ruang menggunakan distribusi frekuensi pada rentang suhu tubuh manusia. Arduino Uno sebagai mikrokontroler berfungsi untuk membaca data dari *Thermal Camera*, mengolahnya, serta memberikan instruksi pada *AC* sebagai pengganti remote konvensional. *Infrared Transmitter* sebagai perangkat yang digunakan untuk mengirimkan instruksi yang diberikan mikrokontroler kepada *AC* untuk merubah set point suhu. Dari percobaan yang telah dilakukan, perangkat yang dibangun memiliki tingkat keberhasilan 81,25%.

Kata kunci : *Air Conditioner, Arduino, IR Remote, Thermal Camera*

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

IMPLEMENTATION OF THERMAL CAMERA FOR AIR CONDITIONER CONTROL

Name : Imam Sasongko Jati
Advisor : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ABSTRACT

Society nowadays have a very high interest in using the Air Conditioner (AC). Commonly, the purpose of using AC is to increase the comfort feeling while the user is in the room. Some AC manufacturers nowadays, has implemented a technology to increase the convenience and reduce the power consumption. One way to escalate the user comfort level is to create an AC temperature control system based on the estimated number of people in the room. Thermal Camera AMG8833 8x8 pixel is used as a sensor that can read the thermal data distribution in the room. The estimation of the people quantity is obtained from the histogram of thermal room's data distribution. Arduino Uno as a microcontroller has functions to read data from Thermal Camera, process the data, and provide the instructions to AC as a substitute for the conventional remote. Infrared Transmitter as a device that used to sending the instructions given by the microcontroller to the AC for changing the temperature set point. From the experiment that have been done, this system has a success rate of 81.25%.

Keywords : *Air Conditioner, Thermal Camera, IR Remote, Arduino*

“ Halaman ini sengaja di kosongkan ”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan kasih-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian ini untuk memenuhi Tugas Akhir dengan judul **“Implementasi *Thermal Camera* Pada Pengaturan Pendingin Ruangan”** Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat yang wajib dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Strata-Satu Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya .

Pada kesempatan kali ini penulis akan menyampaikan terimakasih kepada semua pihak baik yang terlibat langsung maupun tidak dalam pengerjaan penelitian ini.

1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang atas bimbingan dan arahan sejak awal pemilihan judul hingga proses pengerjaan.
2. Ir. Harris Pringadi MT., Fajar Budiman ST., M.Sc., Dr.Eng. Ir. Totok Mujiono M.Kom., dan Muhammad Attamimi B.Eng., M.Eng., PhD. Selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada penelitian ini.
3. Seluruh Dosen pengajar dan staff di Departemen Teknik Elektro khususnya Program Studi Teknik Elektronika yang telah memberikan pengajaran yang baik serta berbagi pengalaman.
4. Teman – teman S1 LJ Elektro 2017, S1 Regular khususnya Prodi Teknik Elektronika, dan Lab. Elektronika Industri yang telah memberi masukan dan bantuan dalam pengerjaan penelitian ini.
5. Bapak, Ibu, Adik, serta Keluarga lainnya yang telah banyak memberikan bantuan moril maupun materiil.
6. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas perannya dan kontribusinya.

Semoga dengan penelitian yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi penulis maupun semua pihak, dan dilakukan pengembangan lagi agar menjadi lebih baik.

Surabaya, 11 Juli 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| PERNYATAAN KEASLIAN | i |
| TUGAS AKHIR | iii |
| ABSTRAK..... | v |
| ABSTRACT..... | vii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Perumusan Masalah | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Metodologi Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 5 |
| 1.7. Relevansi | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1. Radiasi Benda Hitam | 7 |
| 2.2. Gelombang Inframerah | 8 |
| 2.3. <i>Thermal Camera</i> | 9 |
| 2.4. Arduino Uno..... | 12 |
| 2.5. Komunikasi <i>Inter Integrated Circuit</i> | 14 |
| 2.6. Histogram..... | 15 |
| 2.7. Pendingin Ruangan..... | 17 |
| 2.8. Remote | 19 |
| 2.9. Infrared LED | 19 |
| 2.10. <i>Infrared Receiver</i> | 20 |
| 2.11. <i>Infrared Transmitter</i> | 21 |
| 2.11.1. <i>IR Protocol</i> | 22 |
| 2.11.2. Modulasi Sinyal Instruksi..... | 23 |
| 2.12. <i>LCD Character 2x16</i> | 24 |
| BAB III PERANCANGAN SISTEM | 27 |
| 3.1. Perancangan Sistem Keseluruhan..... | 28 |
| 3.1.1. Perancangan Perangkat Keras | 30 |
| 3.1.2. Perancangan Perangkat Lunak | 31 |
| 3.2. <i>Thermal Camera</i> | 32 |

| | |
|--|------------|
| 3.2.1. Karakterisasi <i>Thermal Camera</i> | 34 |
| 3.2.2. Pengolahan dengan Histogram..... | 35 |
| 3.3. Kontroller Pendingin Ruang..... | 36 |
| 3.3.1. <i>Decoder AC Remote</i> | 36 |
| 3.3.2. Infrared Transmitter | 38 |
| BAB IV PENGUJIAN ALAT..... | 43 |
| 4.1. Pengujian <i>Infrared Transmitter</i> | 43 |
| 4.1.1. <i>Encoding Remote Data</i> | 43 |
| 4.1.2. <i>Infrared Transmitting</i> | 47 |
| 4.2. Pengujian <i>Thermal Camera</i> | 50 |
| 4.2.1. Pengujian Terhadap Jarak..... | 51 |
| 4.2.2. Pengambilan Data Histogram..... | 53 |
| 4.3. Pengujian Keseluruhan | 55 |
| BAB V PENUTUP..... | 61 |
| 5.1 Kesimpulan | 61 |
| 5.2 Saran | 61 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 63 |
| LAMPIRAN A..... | 65 |
| LAMPIRAN B..... | 75 |
| LAMPIRAN C | 79 |
| LAMPIRAN D | 93 |
| BIODATA PENULIS..... | 103 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 2.1. Ilustrasi radiasi benda hitam | 8 |
| 2.2. Spektrum gelombang elektromagnetik..... | 8 |
| 2.3. Spektrum gelombang inframerah..... | 9 |
| 2.4. Ilustrasi Thermal Imaging Array..... | 10 |
| 2.5. Skematik Modul Thermal Camera (AMG8833)..... | 10 |
| 2.6. Dimensi Modul Thermal Camera (AMG8833) | 10 |
| 2.7. Fisik Modul Thermal Camera (AMG8833)..... | 11 |
| 2.8. Blok Diagram Thermal Camera (AMG8833)..... | 11 |
| 2.9. <i>Thermopile</i> yang Disusun Dari Beberapa <i>Thermocouple</i> Secara Seri..... | 11 |
| 2.10. Cara kerja <i>thermocouple</i> memanfaatkan efek seebeck atau efek <i>thermoelectric</i> | 12 |
| 2.11. Board Arduino Uno | 13 |
| 2.12. Kondisi sinyal start dan stop..... | 14 |
| 2.13. Sinyal ACK dan NACK | 15 |
| 2.14. Trasfer Bit pada I ² C bus | 15 |
| 2.15. Contoh Histogram | 16 |
| 2.16. Pendingin Ruangan | 17 |
| 2.17. Diagram kerja pendingin ruangan..... | 18 |
| 2.18. Remote Pengendali AC..... | 19 |
| 2.19. Infrared LED..... | 19 |
| 2.20. Ilustrasi pengiriman dan penerimaan pancaran inframerah..... | 20 |
| 2.21. Blok diagram <i>Infrared Receiver</i> | 20 |
| 2.22. Perangkat penerima pancaran inframerah | 21 |
| 2.23. Pemancaran inframerah | 22 |
| 2.24. Pulse Coded Signal..... | 22 |
| 2.25. Space Coded Signal..... | 23 |
| 2.26. Shift Coded Signal | 23 |
| 2.27. Sinyal yang telah termodulasi..... | 24 |
| 2.28. <i>LCD Character 2x16</i> | 25 |
| 3.1. Blok Diagram Sistem | 27 |
| 3.2. Realisasi blok diagram sistem..... | 27 |
| 3.3. <i>Field of view sensor</i> | 28 |
| 3.4. Letak modul pada pendingin ruangan | 28 |
| 3.5. Kotak modul pengendali | 29 |
| 3.6. <i>Field of view</i> tampak samping | 29 |

| | |
|--|----|
| 3.7. <i>Field of view</i> tampak depan | 30 |
| 3.8. Perancangan sistem | 31 |
| 3.9. Diagram alir sistem keseluruhan..... | 32 |
| 3.10. <i>Wiring thermal camera</i> dengan Arduino | 33 |
| 3.11. Diagram alir pembacaan data <i>thermal camera</i> | 34 |
| 3.12. Diagram blok pembacaan <i>thermal camera</i> | 34 |
| 3.13. <i>Extend thermal camera</i> | 35 |
| 3.14. Diagram blok pembacaan histogram..... | 35 |
| 3.15. Diagram alir pembacaan histogram..... | 36 |
| 3.16. Diagram blok <i>decoder AC Remote</i> | 36 |
| 3.17. <i>Wiring of decoder AC Remote</i> | 37 |
| 3.18. Diagram alir <i>decoder AC Remote</i> | 38 |
| 3.19. Skematik <i>IR Transmitter</i> | 40 |
| 3.20. <i>Wiring IR Transmitter</i> | 40 |
| 3.21. Sinyal instruksi..... | 41 |
| 3.22. Diagram alir <i>decoder AC Remote</i> | 41 |
| 4.1. Pemancar Inframerah | 43 |
| 4.2. Setting pengambilan data remote AC..... | 43 |
| 4.3. Remote AC yang digunakan | 44 |
| 4.4. Hasil pembacaan dengan serial monitor..... | 44 |
| 4.5. Protokol remote AC..... | 46 |
| 4.6. <i>Setting</i> pengujian <i>thermal camera</i> | 50 |
| 4.7. Grafik <i>thermal camera</i> terhadap termometer | 51 |
| 4.8. Grafik pembacaan <i>thermal camera</i> terhadap jarak | 53 |
| 4.9. Sebaran data <i>thermal camera</i> pada ruang kosong | 54 |
| 4.10. Histogram pada ruang kosong | 54 |
| 4.11. Sebaran data <i>thermal camera</i> satu orang..... | 54 |
| 4.12. Histogram satu orang | 55 |
| 4.13. Alat yang sudah jadi | 56 |
| 4.14. Alat yang sudah terpasang pada pendingin ruangan | 56 |
| 4.15. Tampilan pada serial monitor..... | 57 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 3.1. Spesifikasi <i>thermal camera</i> | 33 |
| 3.2. Spesifikasi <i>transistor 2n2222</i> | 39 |
| 4.1. Hasil decoder dengan lebar data 28 bit | 45 |
| 4.2. Hasil pembacaan data remote | 47 |
| 4.3. Pengujian hasil pembacaan remote | 48 |
| 4.4. Pengujian jangkauan <i>IR Transmitter</i> | 49 |
| 4.5. Pengujian terhadap sudut..... | 50 |
| 4.6. Perbandingan <i>thermal camera</i> dengan thermometer | 51 |
| 4.7. Pembacaan <i>thermal camera</i> terhadap jarak | 52 |
| 4.8. Distribusi frekuensi | 55 |
| 4.9. Pengaturan set point pendingin ruangan | 57 |
| 4.10. Hasil pengujian sistem keseluruhan | 58 |
| 4.11. Pengaturan set point pendingin ruangan lanjutan | 58 |
| 4.12. Hasil pengujian sistem keseluruhan lanjutan 1 | 58 |
| 4.13. Hasil pengujian sistem keseluruhan lanjutan 2 | 59 |
| 4.14. Hasil pengujian sistem keseluruhan lanjutan 3 | 59 |
| 4.15. Hasil pengujian sistem keseluruhan lanjutan 4 | 59 |
| 4.16. Spesifikasi sistem | 60 |

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi khususnya dalam bidang elektronika menyebabkan pesatnya rekayasa teknologi saat ini. Beberapa peralatan listrik telah mengadaptasi rekayasa teknologi baik berupa penambahan fitur maupun pengembangan sistem. Semakin hari hampir setiap peralatan yang digunakan manusia membutuhkan energi listrik, karena beberapa peralatan listrik sangat membantu dan dapat digunakan secara efektif dalam memenuhi kebutuhan. Kemajuan teknologi tersebut berdampak positif apabila diimbangi juga dengan teknologi yang mampu membuat peralatan listrik bekerja optimal dengan daya rendah. Pada umumnya semakin banyak peralatan listrik yang digunakan maka konsumsi daya listrik juga akan meningkat. Rata-rata pertumbuhan konsumsi energi listrik pada saat ini adalah 2,3-2,5%. Pada akhir tahun 2030, diperkirakan kebutuhan energi listrik akan menjadi dua kali saat ini yang berkisar sekitar 16000 TWh pertahunnya [1].

Pendingin ruangan atau biasa disebut *Air Conditioner(AC)* merupakan peralatan listrik yang telah umum digunakan saat ini, mulai dari sebagian rumah tangga, perkantoran, industri, hingga sekolah dan perguruan tinggi. Dampak penggunaan *AC* berpengaruh terhadap kenaikan yang signifikan terhadap konsumsi daya listrik. Pada ruang kecil dengan luasan 10 m² membutuhkan *AC* dengan kapasitas ½ pk, konsumsi daya yang dibutuhkan sebesar 320 – 400 Watt [1,3]. Nilai konsumsi daya listrik akan meningkat jika kapasitas *AC* yang digubakan semakin besar. Pada skala rumah tangga *AC* menjadi peralatan listrik yang paling banyak konsumsi dayanya, dengan asumsi penggunaan beberapa alat listrik yang umum digunakan yaitu Lemari Pendingin, Lampu, Televisi, Kipas, Pengisi Daya *Hand Phone*, dan *AC*. Pada perkantoran maupun sekolah dan perguruan tinggi yang memiliki banyak ruang dengan ukuran yang luas, hampir setiap ruangnya menggunakan *AC*, hal tersebut bertujuan agar penghuni ruangan tersebut merasa nyaman sehingga dapat bekerja maupun belajar dengan optimum. Dampaknya konsumsi daya listrik meningkat tajam hingga mencapai 80% dari konsumsi daya listrik total [1-3]. Begitu juga pada industri yang sudah pasti membutuhkan *AC* untuk membuat mesinnya bekerja optimal dan mengurangi resiko panas berlebih.

Beberapa AC saat ini telah dilengkapi dengan teknologi inverter untuk mengurangi konsumsi daya listrik. Teknologi tersebut terbukti mampu menurunkan 30-50% konsumsi daya listrik. Inverter berfungsi mencegah kenaikan konsumsi daya yang berlebih dan mengurangi pembebanan pada kompresor sehingga mampu mengurangi konsumsi daya listrik [4-6].

Kompresor pada AC menghisap gas refrigerant dari evaporator yang bertekanan dan bertemperatur rendah kemudian memampatkan gas tersebut menjadi gas yang bertekanan dan bertemperatur yang tinggi [4]. Pengaturan suhu pada AC juga berpengaruh terhadap kerja kompresor, suhu yang rendah akan memaksa kompresor bekerja lebih berat lagi sehingga konsumsi daya meningkat [4,8]. Baiknya pengaturan suhu ruangan berdasarkan kebutuhan. Ruangan dengan banyak orang dan sedikit orang akan berbeda pengaturannya. Pengaturan tersebut selain membuat kompresor AC bekerja secara optimal, juga membuat penghuni ruangan menjadi lebih nyaman [9]. Tidak terlalu dingin sehingga penghuni dalam ruangan berpotensi untuk mengalami peradangan kulit, infeksi jamur pada kaki, hingga radang dingin [10]. Sedangkan jika ruangan terlalu panas dikhawatirkan juga dapat menyebabkan dehidrasi, kejang otot, dan kehilangan kontrol tubuh [10-13]. Ruangan yang panas atau lembab dapat menimbulkan reaksi-reaksi psikologis dari seseorang. Kenyamanan termal yang berubah di luar kondisi normal dapat berpengaruh terhadap kondisi seseorang baik itu ketidaknyamanan fisik (berkeringat/evaporasi, cepat lelah, kurang oksigen sehingga menjadi mudah mengantuk), maupun ketidaknyamanan mental seperti munculnya berbagai macam sugesti negatif bagi penghuni ruangan tersebut [14]. Standart yang ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001 ada tingkatan temperatur yang nyaman untuk orang Indonesia atas tiga bagian, yaitu: Sejuk nyaman, antara temperatur efektif $20,5^{\circ}\text{C}$ - $22,8^{\circ}\text{C}$, nyaman optimal, antara temperatur efektif $22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$, dan hangat nyaman, antara temperatur efektif $25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$ [14].

Oleh sebab itu maka diperlukan alat untuk mengatur suhu ruangan berdasarkan kondisi ruangan. Parameter yang dapat diambil adalah jumlah penghuni dalam satu ruangan. Perangkat instrument yang diperlukan untuk mendapatkan parameter tersebut adalah menggunakan *Thermal Camera*, karena *Thermal Camera* mampu menangkap sinyal inframerah yang dipancarkan oleh manusia yang besarnya 10um. Setelah menangkap sinyal inframerah tersebut hasilnya akan digambarkan melalui histogram, dari histogram dapat diketahui jumlah

manusia yang terdapat dalam ruangan tersebut [15,16]. Ketika nilai parameter sudah didapat berikutnya dapat dilakukan pengaturan temperatur dari AC. Diharapkan dengan pengaturan tersebut beban dari kompresor dapat berkurang karena pengaturan temperatur berdasarkan parameter yang ada dan penghuni dalam ruangan dapat semakin nyaman sehingga mampu bekerja maupun belajar secara optimal.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengestimasi jumlah penghuni dalam satu ruangan?
2. Cara pengolahan data yang dikeluarkan dari *Thermal Camera*
3. Jenis mikrokontrol yang digunakan
4. Pengaturan suhu pendingin ruangan

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah membuat perangkat yang mampu mengkondisikan suhu ruangan dengan cara melakukan otomatisasi pada pendingin ruangan berdasarkan estimasi jumlah orang yang berada dalam satu ruangan menggunakan *Thermal Camera*.

1. Implementasi *Thermal Camera* untuk menentukan jumlah penghuni berdasarkan pancaran inframerah dari suhu tubuh.
2. Pengolahan data *Thermal Camera* menggunakan histogram sebagai representasi kondisi ruangan.
3. Mikrokontroler yang digunakan untuk mendukung pembacaan dan pengolahan data yaitu dengan Arduino.
4. Rancang bangun rangkaian remote kontrol berdasarkan inframerah

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. *Thermal Camera* yang digunakan memiliki resolusi 8x8 pixel atau 64 pixel.
2. Perangkat berada pada ketinggian 260 cm dari lantai.
3. Menggunakan pendingin ruangan tertentu (Midea) yang tersedia pada tempat pengujian.

1.5. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dikerjakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur berupa kegiatan pengumpulan dan pengkajian dasar teori yang terpercaya untuk menunjang penulisan tugas akhir ini. Literatur dapat bersumber dari paper, jurnal, artikel maupun buku yang bertaraf nasional dan internasional untuk menunjang penulisan tugas akhir.

2. Observasi dan Analisa Masalah

Pada tahap dilakukan pengamatan terhadap permasalahan yang ada dan melakukan analisa untuk menghasilkan hipotesa untuk menyelesaikan masalah tersebut, berdasarkan literature yang ada.

3. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap persiapan dilakukan dengan terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan untuk mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Pengumpulan alat dan bahan juga disertai dengan *datasheet* agar mudah untuk dipelajari karakteristiknya sehingga mempermudah dalam perancangan. Alat dan bahan bisa didapat baik melalui *online shop* maupun *offline shop*.

4. Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan setelah mendapatkan cukup informasi mengenai alat yang dipakai untuk mendesain perangkat secara keseluruhan berupa desain hardware yang terdiri dari perangkat elektronik serta pengkabelannya dan desain software untuk melakukan kontrol yang termasuk juga pembacaan data sensor serta aktualisasinya.

5. Pembuatan Alat

Dari rancangan desain yang telah dibuat kemudian direalisasikan. Perangkat elektronik yang perlu dibuat dicetak pada PCB dan pemasangan komponen sesuai dengan desain. Setelah hardware terpenuhi berikutnya merealisasikan desain

software yang telah dibuat.

6. Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian software dan hardware dari masing-masing komponen. Pengujian berupa *Infrared Tranceiver* dan *Thermal Camera* beserta pengujian sistem secara keseluruhan.

7. Analisa dan Evaluasi

Analisa dilakukan dengan mengolah dan mempelajari setiap data hasil pengujian terhadap perubahan variable yang dilakukan serta membandingkan dengan literatur untuk mendapatkan hasil navigasi yang optimal. Apabila didapatkan data yang tidak sesuai dengan harapan atau perbedaan data di lapangan dengan literatur, maka dilakukan evaluasi dari alat tersebut untuk dilakukan perancangan dan pengujian kembali.

8. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari proses pengerjaan tugas akhir ini. Semua hal yang menyangkut dengan tugas akhir dari tahap awal sampai tahap akhir dimuat dalam laporan tugas akhir.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam buku tugas akhsir ini, pembahasan mengenai sistem yang dibuat terbagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **BAB I : Pendahuluan**

Bab ini meliputi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

- **BAB II : Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisi mengenai teori yang mendasari penyusunan laporan tugas akhir secara umum khususnya yang berhubungan komponen yang akan digunakan.

- **BAB III : Perancangan Sistem**

Bab ini menjelaskan tentang perencanaan sistem yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk pembuatan alat ini.

- **BAB IV : Pengujian dan Analisis**
Pada bab ini menguraikan tentang pengujian alat pada pesawat dan analisa hasil pengujian.
- **BAB V : Penutup**
Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan alat serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7. Relevansi

Dengan dibuatnya tugas akhir ini bermanfaat untuk selanjutnya menambahkan fitur pada pendingin ruangan untuk mengkondisikan suhu ruangan agar menyesuaikan dengan banyaknya orang sehingga dapat meminimalisir penggunaan daya berlebih pada pendingin ruangan yang di akibatkan karena pengaturan suhu yang terlampau dingin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu penelitian memerlukan teori-teori yang sudah ada sebelumnya untuk dikaji lebih dalam memperkuat argumen penulis. Teori tersebut digunakan untuk membantu penulis dan sebagai dasar dalam membuat suatu penelitian.

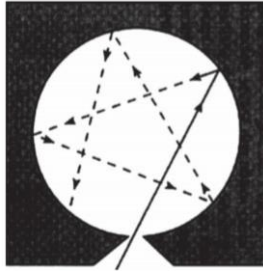
2.1. Radiasi Benda Hitam (*Black Body Radiation*)

Istilah benda hitam (*black body*) pertama kali dikemukakan oleh Fisikawan Gustav Robert Kirchhoff pada tahun 1862. Benda hitam didefinisikan sebagai sebuah benda yang menyerap semua radiasi yang datang padanya. Dengan kata lain, tidak ada radiasi yang dipantulkan keluar dari benda hitam. Jadi, benda hitam mempunyai harga absorptansi dan emisivitas yang besarnya sama dengan satu.

Radiasi benda hitam adalah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam. Radiasi ini menjangkau seluruh daerah panjang gelombang. Distribusi energi pada daerah panjang gelombang ini memiliki ciri khusus, yaitu suatu nilai maksimum pada panjang gelombang tertentu. Letak nilai maksimum tergantung pada temperatur, yang akan bergeser ke arah panjang gelombang pendek seiring dengan meningkatnya temperatur.

Seperti yang telah diketahui, bahwa emisivitas (daya pancar) merupakan karakteristik suatu materi, yang menunjukkan perbandingan daya yang dipancarkan per satuan luas oleh suatu permukaan terhadap daya yang dipancarkan benda hitam pada temperatur yang sama. Sementara itu, absorptansi (daya serap) merupakan perbandingan fluks pancaran atau fluks cahaya yang diserap oleh suatu benda terhadap fluks yang tiba pada benda itu.

Permukaan benda hitam merupakan permukaan yang memiliki sifat sebagai pemancar atau penyerap radiasi yang sangat baik. jika suhu permukaannya tinggi dibandingkan lingkungan sekitarnya, akan bersifat memancarkan radiasi. akan tetapi, jika suhunya rendah, akan bersifat sebagai penyerap radiasi.

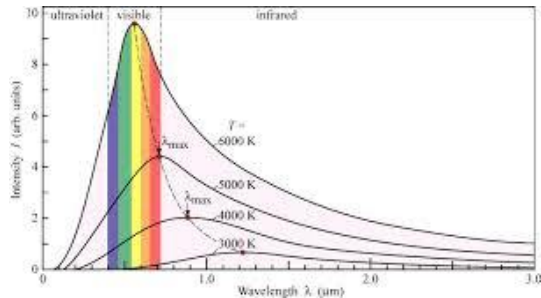


Gambar 2.1. Ilustrasi radiasi benda hitam [15].

Suatu lubang kecil pada sebuah dinding berongga dapat dianggap sebagai benda hitam. Pada waktu suatu benda berongga dipanaskan, maka dinding sekeliling rongga akan memancarkan radiasi dan memantulkan sebagian radiasi yang datang. Peristiwa penyerapan dan pemancaran oleh tiap-tiap bagian dinding berongga akan berlangsung terus menerus hingga terjadi kesetimbangan termal. Pada keadaan setimbang suhu tiap bagian dinding sama dengan energi yang diserapnya [15].

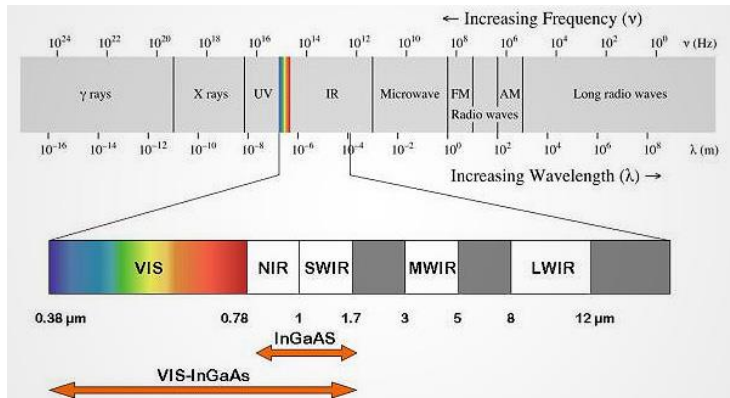
2.2. Gelombang Inframerah

Gelombang inframerah adalah bagian dari gelombang elektromagnetik yang lebih panjang dari cahaya tampak dan lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Gelombang inframerah memiliki rentang gelombang antara 700nm sampai dengan 1mm. Gelombang ini tidak bisa dilihat langsung dengan mata telanjang.



Gambar 2.2. Spektrum gelombang elektromagnetik [15].

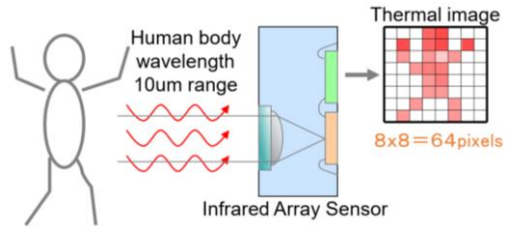
Gelombang inframerah dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan panjang gelombangnya, 1-1.7 μm disebut short wave, 3-5 μm disebut mid wave, dan 8-12 μm disebut long wave [16].



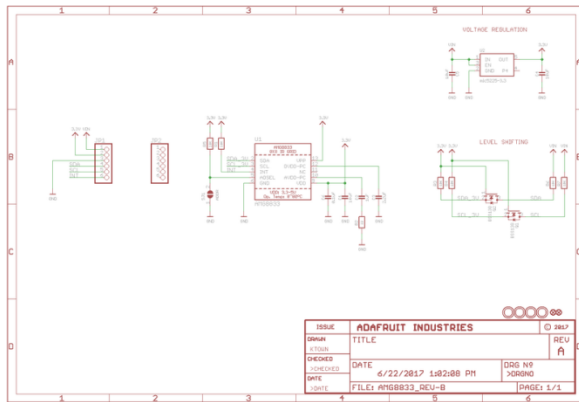
Gambar 2.3. Spektrum gelombang inframerah [16].

2.3. Thermal Camera (AMG8833)

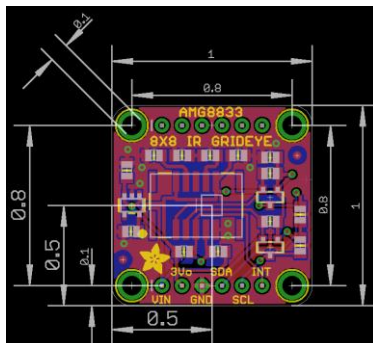
Thermal Imager adalah salah satu cara pendeteksian secara visual menangkap radiasi inframerah dari benda yang menjadi objek sehingga bisa didapat besar pancaran radiasi inframerah. Sedangkan *Thermal Camera* adalah perangkat yang berisi beberapa sensor pendeteksi radiasi inframerah berupa thermophile yang terusun secara berjajar. Banyaknya sensor yang digunakan akan mempengaruhi besarnya resolusi yang dihasilkan. Pada *Thermal Camera* AMG8833 memiliki range pengukuran antara 0°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$, dan mampu mendeteksi manusia hingga jarak 7m. Kamera ini memiliki resolusi pixel 8x8 atau 64 dan mampu bekerja dengan frame rate maksimum 10Hz atau 10 frame tiap detiknya dengan komunikasi I2C. Untuk sudut pandang dari sensor tersebut sebesar 60° .



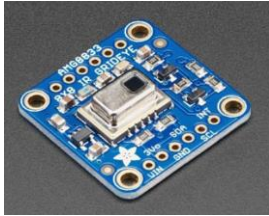
Gambar 2.4. Ilustrasi Thermal Imaging Array [17].



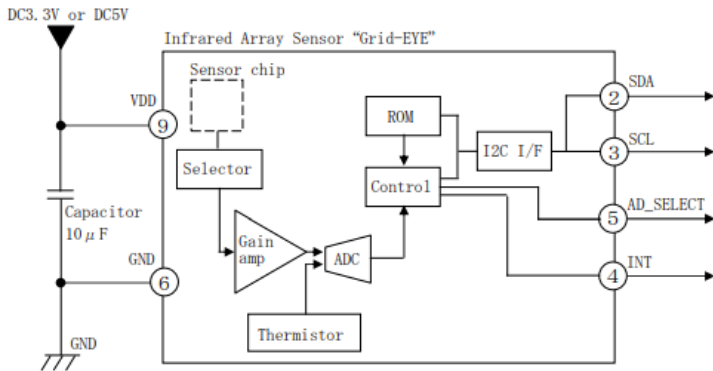
Gambar 2.5. Skematik Modul Thermal Camera [18].



Gambar 2.6. Dimensi Modul Thermal Camera (AMG8833) [18].

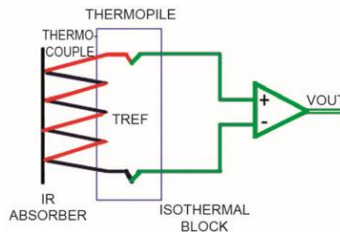


Gambar 2.7. Fisik Modul Thermal Camera (AMG8833) [18].

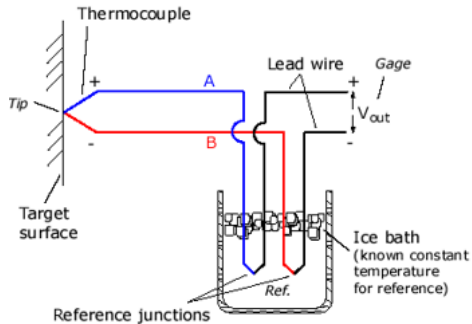


Gambar 2.8. Blok Diagram Thermal Camera AMG8833 [18].

Thermopile juga adalah perangkat elektronik yang mengubah energi panas menjadi listrik. Thermopile terdiri dari beberapa termokopel terhubung seri atau kurang umum secara paralel.



Gambar 2.9. Thermopile yang Disusun Dari Beberapa Thermocouple [19].



Gambar 2.10. Cara kerja *thermocouple* [19].

Termokopel beroperasi dengan mengukur diferensial temperature dari titik sambungan ke titik di mana tegangan keluaran termokopel diukur. Termokopel dapat dihubungkan secara seri sebagai pasangan termokopel dengan sambungan yang terletak di kedua sisi lapisan ketahanan termal. Output dari pasangan termokopel akan menjadi tegangan yang berbanding lurus dengan perbedaan suhu di seluruh lapisan ketahanan termal dan juga terhadap fluks panas melalui lapisan ketahanan termal. Menambahkan lebih banyak pasangan termokopel dalam seri meningkatkan besarnya output tegangan. Termokopel dapat dibangun dengan sepasang termokopel tunggal, yang terdiri dari dua sambungan termokopel, atau beberapa pasangan termokopel.

2.4. Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan untuk memprogram mikrokontroler didalam arduino. Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital

tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia .

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikIRim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.[20]



Gambar 2.11. Board Arduino Uno [20].

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno board :

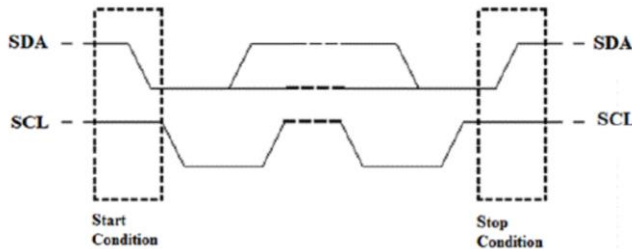
- Mikrokontroler ATmega328
- Catu Daya 5V
- Tegangan Input (rekomendasi) 7-12V
- Tegangan Input (batasan) 6-20V
- Pin I/O Digital 14 (dengan 6 PWM output)
- Pin Input Analog 6
- Arus DC per Pin I/O 40 mA
- Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader

- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed 16 MHz

2.5. Komunikasi *Inter Integrated Circuit (I2C)*

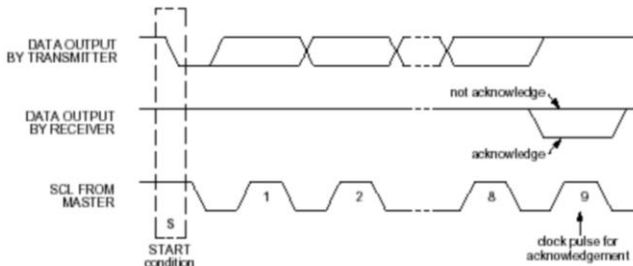
Inter Integrated Circuit atau sering disebut I^2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I^2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I^2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I^2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamat *master*.

Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop* seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 2.12. Kondisi sinyal start dan stop [19].

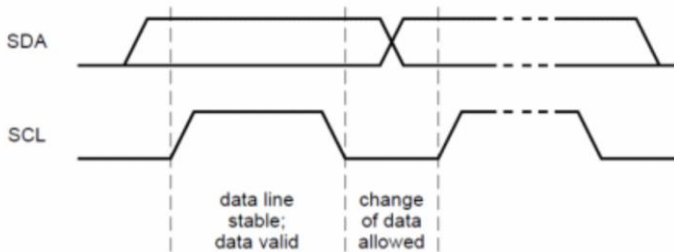
Sinyal dasar yang lain dalam I^2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirimkan sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke 9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *Master*. Kondisi sinyal *acknowledge* seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 2.13. Sinyal ACK dan NACK [19].

Dalam melakukan *transfer* data pada I²C Bus, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu:

- *Transfer* data hanya dapat dilakukan ketika Bus tidak dalam keadaan sibuk.
- Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *Start* atau sinyal *Stop*.
-



Gambar 2.14. Transfer Bit pada I²C bus [19].

2.6. Histogram

Dari suatu data yang diperoleh dapat disusun dalam tabel distribusi frekuensi dan disajikan dalam bentuk diagram yang disebut histogram. Jika pada diagram batang, gambar batang-batangnya terpisah maka pada histogram gambar batang-batangnya berimpit. Histogram dapat

disajikan dari distribusi frekuensi tunggal maupun distribusi frekuensi bergolong.

Histogram adalah modifikasi dari diagram batang (bar diagram), dimana tampilan grafis dari tabulasi frekuensi yang di gambarkan dengan grafis batangan sebagai manifestasi data binning. Tiap tampilan batang menunjukkan proporsi frekuensi pada masing-masing data kategori yang berdampingan dengan interval yang timdak tumpang tindih. Histogram adalah grafik balok yang memperlihatkan satu macam pengukuran dari suatu proses atau kejadian. Grafis ini sangat cocok untuk data yang di kelompokkan.

Histogram merupakan diagram frekuensi bertetangga yang bentuknya seperti diagram batang. Batang yang berdekatan harus berimpit (Supardi, 2012).

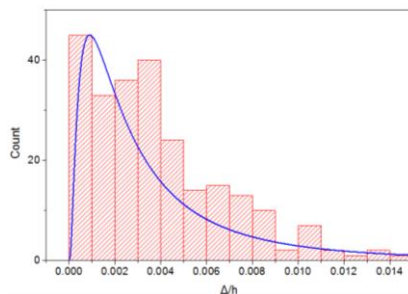
Atau singkatnya Histogram adalah pemetaan frekuensi bilangan dari deret observasi berdasarkan rumus :

$$n = \sum_{i=1}^k m_i \quad (2.1)$$

dimana:

n adalah jumlah bilangan yang ditemukan pada masing-masing deret binning, i adalah observasi pada deret binning, k adalah total number of binning, m adalah binning dan rumus padanan untuk histogram kumulatif :

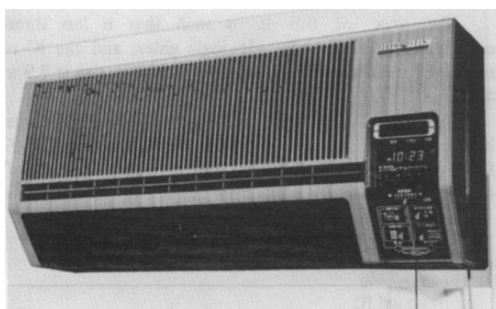
$$M_i = \sum_{j=1}^i m_j \quad (2.2)$$



Gambar 2.15. Contoh Histogram [16].

2.7. Pendingin Ruangan

Pendingin Ruangan atau yang biasa juga disebut dengan *Air Conditioner(AC)* merupakan salah satu perangkat yang berfungsi untuk membuat temperatur di dalam ruangan menjadi nyaman. Apabila suhu di dalam ruangan terasa panas, kemudian *AC* diaktifkan maka udara panas ini akan diserap sehingga temperatur udara di ruangan tersebut menurun. Dan jika di dalam ruangan udaranya lembab, kelembaban akan dikurangi oleh sistem *AC* sehingga udara dipertahankan pada tingkat yang ditentukan.



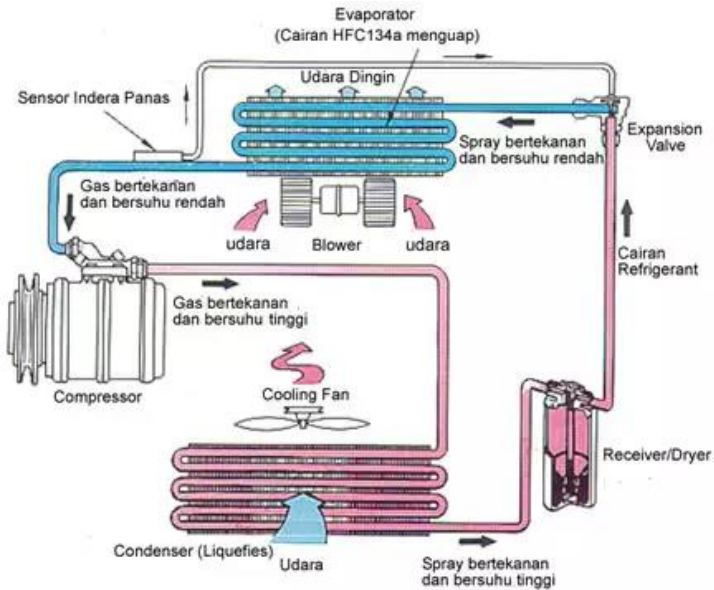
Gambar 2.16. Pendingin Ruangan [21].

Pendinginan udara dilakukan dengan cara mensirkulasikan gas refrigerant yang berada pada pipa yang di tekan dan di hisap oleh kompresor. Gas refrigerant di pilih sebagai bahan yang di sirkulasikan, yaitu karena bahan ini mudah menguap dan bentuknya bisa berubah-ubah, yang berbentuk cairan dan gas. Panas yang berada pada pipa kondensor berasal dari gas refrigerant yang di tekan oleh kompresor sehingga bahan tersebut menjadi panas dan pada bagian Automatic Expantion Valve pipa tempat sirkulasi gas refrigerant di perkecil, sehingga tekanannya semakin meningkat dan pada pipa evaporator menjadi dingin. Berikut bagian-bagian yang umum terdapat pada Air Conditioner :

- Kompresor
Berfungsi untuk memompa gas refrigerant, sehingga semakin rendah suhu pengaturan kompresor akan bekerja semakin berat sehingga meningkatkan konsumsi daya listrik.
- Reservoir

Sebagai tempat penyimpanan gas dari kondensor sebelum di alirkan ke kompresor.

- Kondensator
Tempat pembuangan temperatur panas.
- Evaporator
Tempat pembuangan temperatur dingin.
- Filter
Menyaring sisa-sisa kotoran pada pembuangan.
- Motor Kipas
Memutar kipas dan blower agar terjadi perputaran udara.



Gambar 2.17. Diagram kerja pendingin ruangan [21].

2.8. Remote

Remote merupakan alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah peralatan. Pada umumnya remote digunakan untuk memberikan perintah atau mengendalikan televisi, pendingin ruangan, DVD Player, dan lainnya. Remote memiliki tombol-tombol dimana disetiap tombol nya terdapat kode yang apabila ditekan kode tersebut akan mengIRimkan sinyal infra merah melalui lampu LED yang ada pada Remote. Secara umum untuk melakukan pengiriman sinyal, Remote memanfaatkan sinyal infra merah atau melalui pancaran Infrared.



Gambar 2.18. Remote AC.

2.9. Infrared LED

Infrared LED atau LED Infra merah adalah diode yang memancarkan cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang dari cahaya yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Spektrum gelombang elektromagnetik dikelompokkan berdasarkan panjang gelombangnya atau bisa juga dikelompokkan berdasarkan frekuensinya.



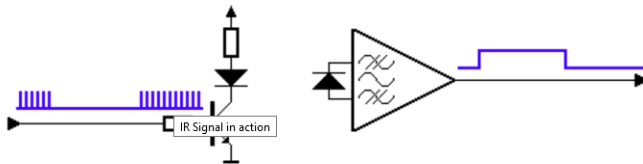
Gambar 2.19. Infrared LED [19].

Intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh *Infrared* LED tergantung

arus yang mengalir pada LED tersebut. Semakin besar arus yang melaluinya maka intensitas cahaya yang dikeluarkan akan semakin besar, dan semakin kecil arus yang melalui LED maka akan semakin kecil juga intensitas cahaya yang dikeluarkan.

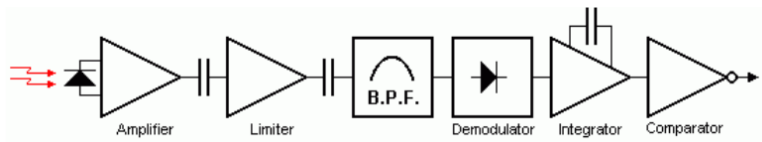
2.10. Infrared Receiver

Infrared Receiver merupakan perangkat yang mampu menerima intensitas cahaya dari infra merah yang jatuh pada photodiode. *Infrared Receiver* ini dapat merubah intensitas cahaya infra merah yang tertangkap menjadi energi listrik.



Gambar 2.20. Ilustrasi pengiriman dan penerimaan pancaran inframerah [21].

Pada gambar diatas sinyal yang telah termodulasi dan di pancarkan menggunakan inframerah di terima oleh *IR Receiver* lalu di demodulasi sehingga didapatkan sinyal sebenarnya dari data yang dikirimkan.



Gambar 2.21. Blok diagram *Infrared Receiver* [21].

Demodulasi sinyal infra merah menggunakan komponen filter didalamnya sehingga mampu memisahkan antara sinyal utama dengan sinyal utama atau carrier.



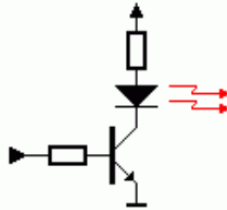
Gambar 2.22. Perangkat penerima pancaran inframerah [19].

Salah satu perangkat *IR Receiver* yaitu TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*). *IR Receiver* ini terdiri dari pin dioda dan pre amplifier yang tertanam menjadi satu paket. Output dari TSOP adalah active low dan akan memberikan tegangan sebesar +5V ketika keadaan mati. Saat gelombang inframerah dipancarkan, akan menghasilkan frekuensi sekitar 38kHz dan terjadi perubahan output menjadi low.

2.11. Infrared Transmitter

Komunikasi *Infrared* dilakukan dengan menggunakan dioda *Infrared* sebagai pengirim dan modul penerima (*Receiver*) *Infrared* sebagai penerimanya. Transmitter harus mengkonsumsi daya serendah mungkin karena secara umum bertenaga baterai dan sinyal *IR* harus sekuat mungkin agar bisa mencapai perangkat yang akan dikontrol.

Arus yang melalui *IR LED* dapat bervariasi, dari 100mA hingga lebih dari 1A. Untuk mendapatkan jarak kontrol yang dapat diterima, arus pada *IR LED* harus setinggi mungkin. Penyeimbangan harus dilakukan antara parameter *IR LED*, daya tahan baterai dan jarak kontrol maksimum. Arus pada *IR LED* bisa setinggi itu karena pulsa penggerak *IR LED* sangat pendek. Disipasi daya rata-rata dalam LED tidak boleh melebihi nilai maksimumnya. Sangat umum untuk mengurangi rasio pulsa / jeda dari sinyal pembawa menjadi 1/3 atau bahkan 1/4. Itu mengurangi kebutuhan daya atau dapat meningkatkan arus melalui LED tanpa memanaskannya untuk mendapatkan jarak kontrol yang lebih lama. Semua parameter ini dapat ditemukan di lembar data LED.



Gambar 2.23. Pemancaran inframerah [19].

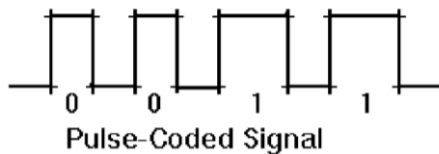
Rangkaian transistor sederhana dapat digunakan sebagai driver dari *IR LED*. Transistor dengan HFE dan kecepatan *switch* yang sesuai harus dipilih untuk memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Nilai Resistor dapat dihitung secara sederhana menggunakan hukum Ohm dengan penurunan tegangan nominal pada *IR LED* adalah sekitar 1.1V.

2.11.1. *IR Protocol*

Sinyal yang dikirimkan merupakan data-data biner. Untuk membentuk data-data biner tersebut, ada tiga metode yang digunakan yaitu pengubahan lebar pulsa, lebar jeda (*space*), dan gabungan keduanya.

- *Pulse-Coded Signal*

Dalam mengirimkan kode, lebar jeda tetap yaitu t sedangkan lebar pulsa adalah $2t$. Jika lebar pulsa dan lebar jeda adalah sama yaitu t , berarti yang dikirim adalah bit 0, jika lebar pulsa adalah $2t$ dan lebar jeda adalah t , berarti yang dikirim adalah 1.

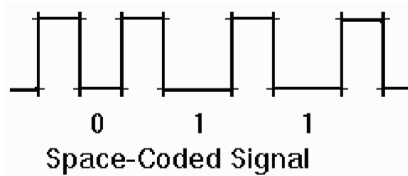


Gambar 2.24. Pulse Coded Signal [19].

- *Space-Coded Signal*

Dalam mengirimkan kode remote kontrol dilakukan dengan cara mengubah lebar jeda, sedangkan lebar pulsa tetap. Jika lebar jeda dan lebar pulsa adalah sama yaitu t , berarti yang dikIRim adalah 0. Jika lebar jeda adalah $3t$, berarti data yang

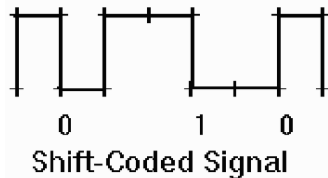
dikirim adalah 1.



Gambar 2.25. Space Coded Signal [19].

- *Shift-Coded Signal*

Tipe ini merupakan gabungan dari tipe pulse dan space, yaitu dalam mengirimkan kode remote kontrol, dengan cara mengubah lebar pulsa dan lebar jeda. Jika lebar jeda adalah t dan lebar pulsa adalah $2t$, maka ini diartikan sebagai data 1. Jika lebar jeda $2t$ dan lebar pulsa adalah t , maka ini diartikan sebagai data 0.



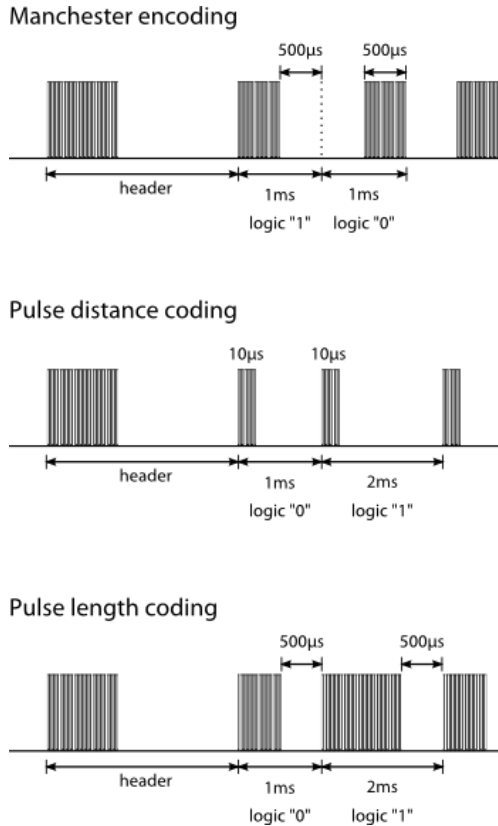
Gambar 2.26. Shift Coded Signal [19].

Sebelum kode dikirim, terlebih dahulu mengirimkan sinyal awal yang disebut header. Header adalah sinyal yang dikirimkan sebelum kode sebenarnya, dan juga merupakan sinyal untuk mengaktifkan penerima. Header selalu dikirimkan dengan lebar pulsa yang jauh lebih panjang daripada kode. Setelah header dikirimkan, baru kemudian kode remote kontrol. Kode remote kontrol dibagi menjadi 2 fungsi, yaitu fungsi pertama digunakan sebagai penunjuk alamat peralatan yang akan diaktifkan, fungsi kedua sebagai command atau perintah untuk melaksanakan instruksi dari remote kontrol.

2.11.2. Modulasi

Pancaran data *Infrared* harus dimodulasikan terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan akibat noise. Selain itu, sinyal harus dimodulasi karena *Infrared* tidak menggunakan banyak daya sehingga sinyal yang

dihasilkan cenderung lemah. Pada umumnya frekuensi sinyal pembawa atau carrier sbesar 38KHz.

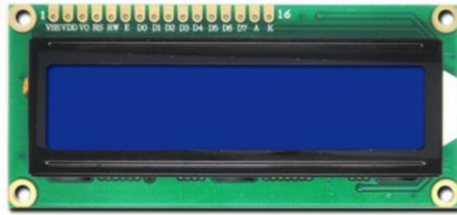


Gambar 2.27. Sinyal yang telah termulasi [19].

2.12. LCD Character 2x16

Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan output dari sebuah sistem. *LCD* ini akan menampilkan karakter - karakter *ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*). *LCD* terdiri dari 2 bagian utama yaitu istal cair dan backlight. Backlight sendiri adalah sumber cahaya yang biasanya terdiri dari 1 sampai 4 buah lampu. Lampu

Backlight ini biasanya berwarna putih. Cara kerjanya dari LCD yaitu kristal cair akan menyaring cahaya backlight. Cahaya putih merupakan susunan dari beberapa ratus spektrum cahaya dengan warna yang berbeda. Beberapa ratus spektrum cahaya tersebut akan terlihat jika cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar.



Gambar 2.28. *LCD Character 2x16* [17].

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan mengenai perancangan sistem secara keseluruhan baik pada software maupun hardware berdasarkan literatur yang telah didapatkan.

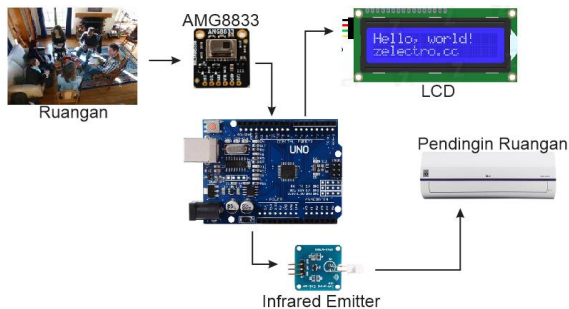
Pada tugas akhir ini, sistem pendeteksian suhu tubuh manusia dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino serta *Thermal Camera* (AMG8833) untuk menangkap citra panas dari ruangan. Metode Histogram digunakan untuk memperkirakan jumlah orang dari tangkapan *Thermal Camera*.

Cara kerja sistem secara keseluruhan:

- Thermal Camera* menangkap citra dari ruangan.
- Data Thermal Camera akan di baca menggunakan Arduino Uno melalui komunikasi I2C.
- Pixel yang memiliki nilai pada range suhu tubuh manusia (*threshold*) akan akan dihitung jumlahnya lalu di olah untuk memperkirakan jumlah orang dalam ruangan.
- Jumlah orang dalam ruangan digunakan untuk merubah *set point* dari pendingin ruangan melalui data yang dikirimkan melalui pemancar inframerah.



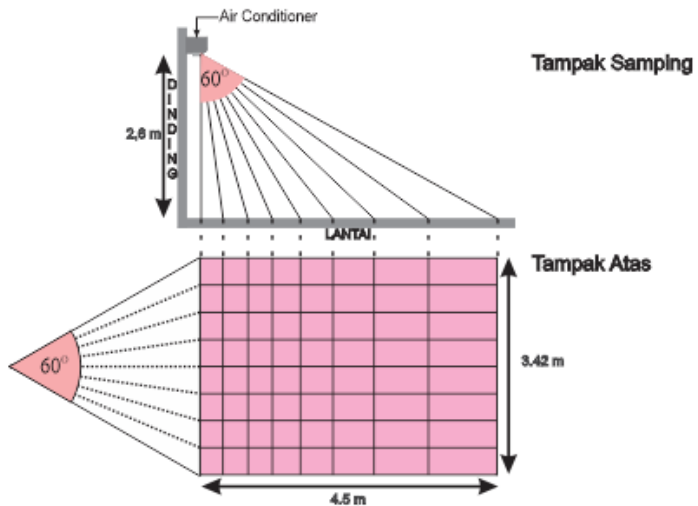
Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem



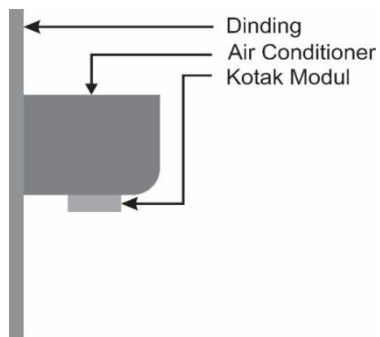
Gambar 3.2. Realisasi blok diagram sistem

3.1. Perancangan Sistem Keseluruhan

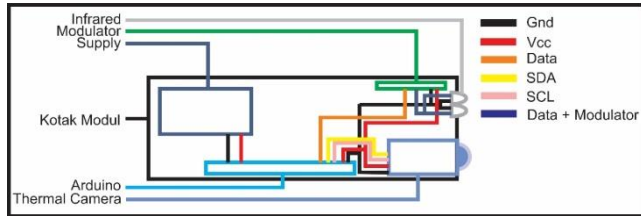
Merancang sistem secara keseluruhan pada sistem pengatur AC. Menentukan besarnya *Field of View* atau luas daerah yang dapat dijangkau oleh *Thermal Camera* pada posisi ketinggian tertentu. Pada gambar 3.3. dapat di ilustrasikan antara ketinggian sensor dengan luas daerah yang dapat dijangkau oleh sensor. Sedangkan pada gambar 3.4. menjelaskan letak dari alat yang ditempelkan pada pendingin ruangan.



Gambar 3.3. *Field of view* sensor keseluruhan

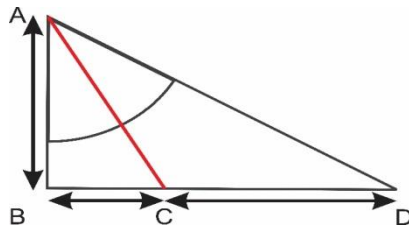


Gambar 3.4. Letak modul pada pendingin ruangan



Gambar 3.5. Kotak modul pengendali

Untuk mencari *Field of View* oleh *Thermal Camera* pada ketinggian 2.6m dapat digunakan metode trigonometri. Berdasarkan literatur yang ada(*datasheet*) besaran *Field of View* dari *Thermal Camera* AMG8833 sebesar $60^\circ \times 60^\circ$.



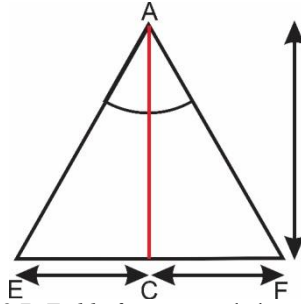
Gambar 3.6. *Field of view* tampak samping

Berdasarkan gambar 3.6. yang merupakan tampak samping atau irisan samping dari *Field of View* dari sensor dapat dicari panjang jangkauan maksimal dari sensor. Diketahui bahwa besar *field of view* dari sensor (α) sebesar 60° dan tinggi sensor dari permukaan tanah (AB) setinggi 2.6 meter. Sehingga dapat diketahui panjang jangkauan dari sensor (BD).

$$BD = AB \times \tan \alpha = 2.6 \text{ m} \times 1,73 = 4.5 \text{ m} \quad (3.1)$$

$$AC = \frac{AB}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{2.6 \text{ m}}{\cos \frac{60^\circ}{2}} = 3 \text{ m} \quad (3.2)$$

Sedangkan untuk mencari lebar jangkauan dari sensor, terlebih dahulu mencari panjang titik tengah (AC) sehingga bisa didapatkan lebar jangkauan.



Gambar 3.7. *Field of view* tampak depan

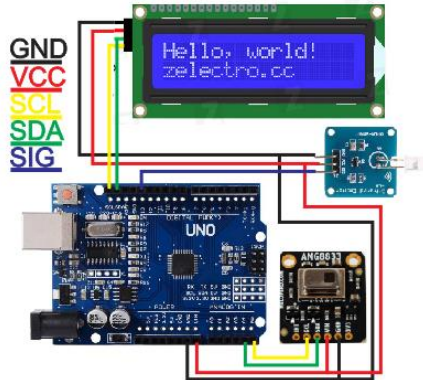
Pada gambar 3.7. menunjukkan tampak depan dari *field of view*. Sebelumnya telah diketahui panjang titik tengah (AC) sebesar 3m dan jarak dari garis tengah ke ujung sama pada kedua sisinya (EC) dan (EF).

$$EF = 2 \left(AC \times \tan \frac{\alpha}{2} \right) = 2(3 \text{ m} \times 0.57) = 3.42\text{m} \quad (3.3)$$

Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan panjang(BD) dan lebar(EF) jangkauan dari sensor yang merupakan luasan *field of view* dalam keadaan sensor pada ketinggian 2.6 m.

3.1.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras meliputi pengkabelan beberapa perangkat elektronik yang digunakan didalam sistem yang secara garis besar terdiri atas mikrokontroller, sensor, aktuator beserta sumber daya yang ditunjukkan pada gambar 3.8. . Sensor yang digunakan adalah Thermal Camera dengan tipe AMG8833 yang memiliki *viold of view* sebesar 60° serta resolusi 8x8 pixel. Untuk mikrokontroller yang di gunakan adalah Arduino Uno karena memiliki spesifikasi minimum sehingga dapat mengakses data dari thermal camera beserta mengolah data dan merealisasikan pada aktuator. Pengaturan pendingin ruangan yang pada umumnya menggunakan instrumen remote sehingga perlu aktuator berupa pengganti dari remote konvensional yaitu berupa pemancar inframerah.



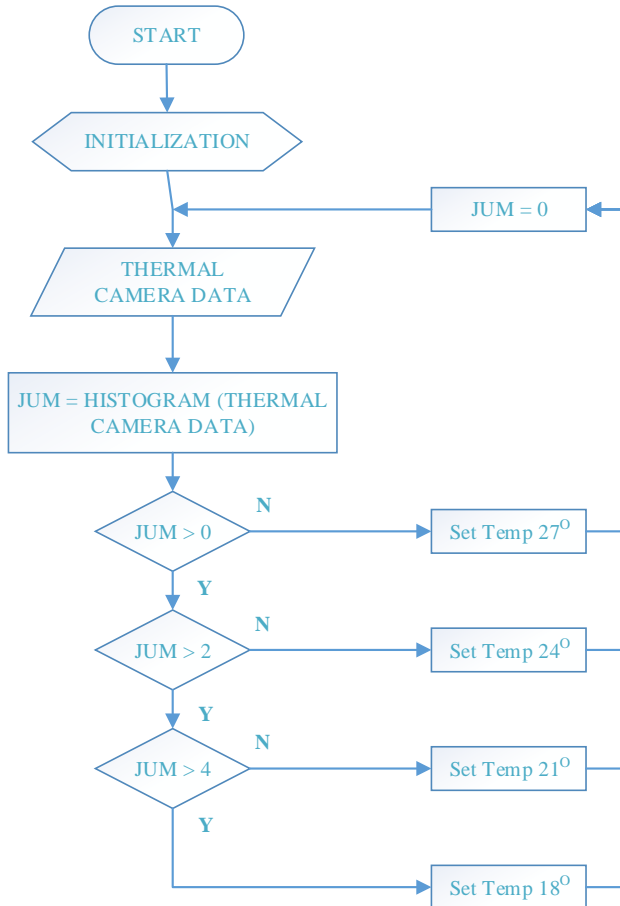
Gambar 3.8. Perancangan sistem

3.1.2. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam implementasi *Thermal Camera* pada pengaturan pendingin ruangan diperlukan software untuk mengkonversi data yang di terima dari Thermal Camera dengan menggunakan metode histogram dan hasilnya di aktualisasikan pada pengiriman instruksi menggunakan infrared untuk merubah set point dari pendingin ruangan agar menyesuaikan dengan kondisi ruangan.

Pada diagram alir (gambar 3.9.) menunjukkan proses inialisasi yaitu proses persiapan berupa pengaturan variable-variabel yang digunakan serta pengenalan alamat I2C pada perangkat. Setelah komunikasi dengan perangkat sensor berhasil, program utama akan berjalan yaitu membaca histogram dan mengestimasi jumlah orang lalu merealisasikan pada pengaturan suhu ruangan.

Nilai Set Point pendignin ruangan yang diberikan pada realisasinya akan disesuaikan dengan tingkat kenyamanan objek sehingga dapat maksimal dalam penerapannya.



Gambar 3.9. Diagram alir sistem keseluruhan

3.2. Thermal Camera (AMG8833)

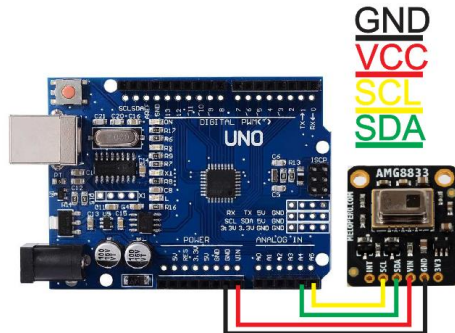
Akses data AMG8833 dengan Arduino Uno menggunakan komunikasi I2C (gambar3.10.) disertai *library* yang telah tersedia yaitu “Adafruit_AMG88xx.h”. Thermal Camera ini bekerja dengan cara menangkap pancaran inframerah yang dihasilkan oleh objek dan merubahnya kedalam bentuk informasi berupa suhu yang lebih mudah untuk di amati. Besar *field of view* dari sensor yang digunakan

berdasarkan *datasheet* table 3.1. sebesar 60°.

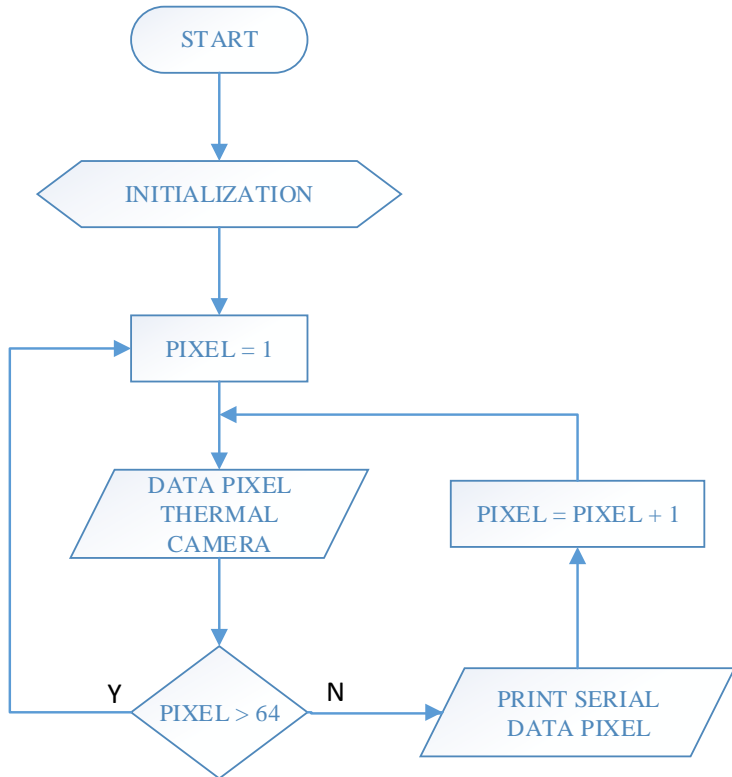
Tabel 3.1. Spesifikasi *thermal camera* [18].

| Item | Specification | |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| | High gain | Low gain |
| Temperature Accuracy | Within Typ. $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ | Within Typ. $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ |
| Rated detection distance *1 | 5m (Max.) | |
| Field of View | Typ. 60° (Horizontal, Vertical) | |
| Optical Axis Gap | Within Typ. $\pm 5.6^{\circ}$ (Horizontal, Vertical) | |
| Current Consumption | Typ. 4.5mA (normal mode) Typ. 0.2mA (sleep mode) Typ. 0.8mA (stand-by mode) | |
| Setup Time | Typ. 50msec (Time to enable Communication after Setup) Typ. 15sec (Time to stabilize Output after Setup) | |

※1 · To have more than 4°C of temperature difference from background
· Detection object size : 700×250mm (Assumable human body size)



Gambar 3.10. Wiring thermal camera dengan Arduino



Gambar 3.11. Diagram alir pembacaan data *thermal camera*

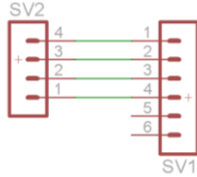
Pada diagram alir pembacaan data *thermal camera* (Gambar 3.11.) program berjalan secara terus menerus membaca data dari *thermal camera*. Inialisasi berupa pengaturan alamat I2C agar komunikasi berjalan serta variable yang digunakan. Data dari sensor dibaca satu-persatu hingga semua pixel terbaca dan tercetak di serial.

3.2.1. Karakterisasi Thermal Camera



Gambar 3.12. Diagram blok pembacaan *thermal camera*

Karakterisasi atau berupa pengambilan data sampling diperlukan sebagai data acuan realisasi selain berdasarkan *datasheet* yang ada. Data yang di ambil adalah variable yang berpengaruh terhadap pembacaan dari sensor diantaranya kondisi pencahayaan, kondisi ruang, dan jarak.



Gambar 3.13. *Extend thermal camera*

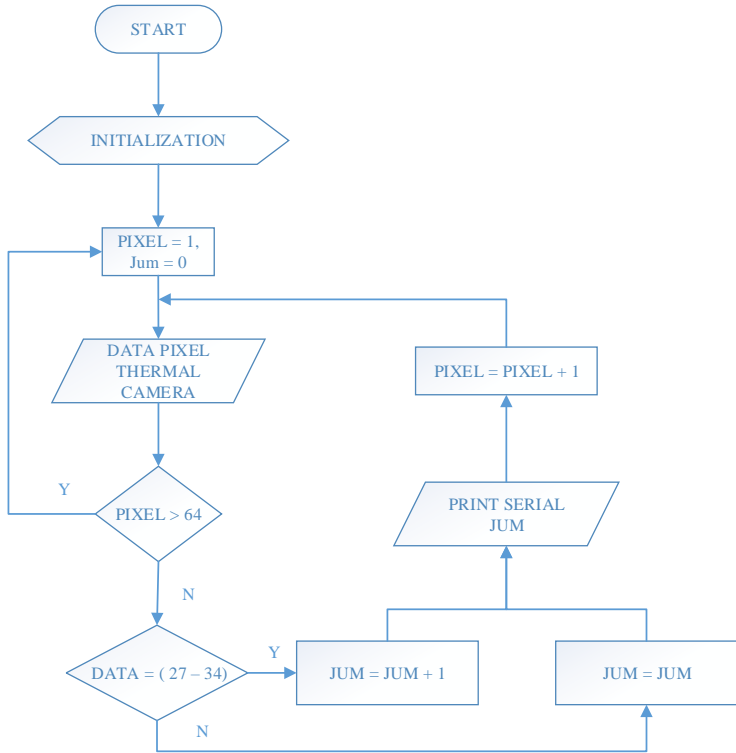
3.2.2. Pengolahan dengan Histogram



Gambar 3.14. Diagram blok pembacaan histogram

Data yang dibaca adalah sebaran data dari ruangan yang dibaca oleh sensor (gambar 3.14.). Sebaran data yang didapat dari membaca data *thermal camera* masih dalam bentuk data mentah, sehingga sulit untuk secara langsung digunakan. Dengan menggunakan distribusi frekuensi pada histogram akan didapatkan gambaran yang baik mengenai data tersebut. Distribusi frekuensi adalah daftar nilai data yang sudah dikelompokkan ke dalam interval tertentu sehingga didapat nilai frekuensi yang sesuai. Pengelompokkan data ke dalam beberapa kelas dimaksudkan agar ciri-ciri penting data tersebut dapat terlihat. Metode tersebut akan memberikan gambaran yang khas tentang bagaimana keragaman data. Sifat keragaman data sangat penting untuk diketahui, karena dalam pengujian-pengujian statistik selanjutnya kita harus selalu memperhatikan sifat dari keragaman data. Tanpa memperhatikan sifat keragaman data, penarikan suatu kesimpulan pada umumnya tidaklah sah.

Berikut diagram alir (gambar 3.15.) untuk mendapatkan frekuensi dari data yang memiliki nilai pada range suhu tubuh manusia berdasarkan hasil pengambilan data sebelumnya sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam estimasi jumlah manusia dalam satu ruangan .



Gambar 3.15. Diagram alir pembacaan histogram

3.3. **Kontroller Pendingin Ruangan**

3.3.1. **Decode AC Remote**

Decode atau pengambilan data dari remote digunakan untuk menduplikasi data. Data tersebut digunakan untuk melakukan instruksi dari kontroller menuju pendingin ruangan menggunakan pemancar inframerah.



Gambar 3.16. Diagram blok decoder AC Remote

Setiap remote memiliki protokol yang berbeda dalam mengirimkan instruksi, mulai dari header hingga metode pengirimannya menggunakan *Pulse-Codec Signal*, *Space-Codec Signal*, ataupun *Shift-Codec Signal*. Identifikasi header maupun metode pengiriman dapat dilakukan dengan membaca pewaktuannya dari satu siklus instruksi dan akan didapat header, metode pengiriman serta data binernya.

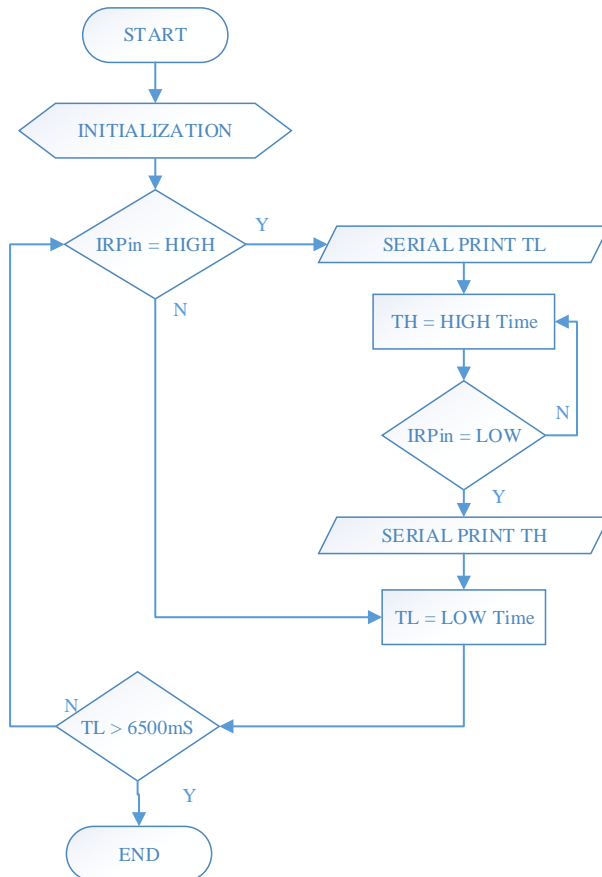
Dengan menggunakan IR Receiver yang terhubung dengan mikrokontroller seperti pada gambar 3.17. sinyal inframerah dibaca pewaktuannya dan ditampilkan pada serial monitor (gambar 3.16).



Gambar 3.17. *Wiring of decoder AC Remote*

IR Receiver berupa modul TSOP yang didalamnya sudah terdapat *Low Pass Filter(LPF)* 38KHz untuk memisahkan antara sinyal pembawa(*carrier*) dengan data sebenarnya.

Pada diagram alir gambar 3.18. menjelaskan pembacaan data inframerah dan mencetak pewaktuannya ketika sinyal pada kondisi high dan kondisi low.



Gambar 3.18. Diagram alir *decoder AC Remote*.

3.3.2. *Infrared Transmitter*

Rangkaian pemancar cahaya inframerah terdiri dari IR LED Inframerah dan Transistor sebagai driver (gambar 3.19.). Transistor digunakan untuk mengantisipasi kekurangan arus pada IR LED sehingga daya pancaran yang dikeluarkan lemah. Transistor yang digunakan harus memiliki spesifikasi dapat digunakan sebagai switch lebih dari frekuensi pembawa (Carrier) yaitu dapat sebesar 38KHz. Untuk meningkatkan daya pancar pada IR LED dapat dilakukan dengan menaikkan arus. Pada

umumnya LED hanya dilewati arus hingga 25mA. IR LED di desain untuk dapat dilewati arus hingga 1A namun hanya dalam beberapa mikrodetik sehingga dengan menambahkan sinyal pembawa dengan periode mikrodetik akan meningkatkan daya pancar pada IR LED. Switching transistor yang dipilih mampu melakukan switching di atas frekuensi pembawa sehingga pancaran inframerah tidak terganggu.

Tabel 3.2. Spesifikasi *transistor 2n2222* [24].

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|------------------|---------------------------|---|------|------|------|
| V _{CB0} | collector-base voltage | open emitter | - | 60 | V |
| | 2N2222 2N2222A | | - | 75 | V |
| V _{CEO} | collector-emitter voltage | open base | - | 30 | V |
| | 2N2222 2N2222A | | - | 40 | V |
| I _C | collector current (DC) | | - | 800 | mA |
| P _{tot} | total power dissipation | T _{amb} ≤ 25 °C | - | 500 | mW |
| h _{FE} | DC current gain | I _C = 10 mA, V _{CE} = 10 V | 75 | - | |
| f _T | transition frequency | I _C = 20 mA, V _{CE} = 20 V, f = 100 MHz | 250 | - | MHz |
| | 2N2222 2N2222A | | 300 | - | MHz |
| t _{off} | turn-off time | I _{Con} = 150 mA, I _{Bon} = 15 mA, I _{Boff} = -15 mA | - | 250 | ns |

Besar arus yang melewati collector (I_C), di anggap maksimal sesuai dengan datasheet transistor yang digunakan (tabel 3.2.) agar didapatkan daya yang besar pada pancaran sinar inframerah.

$$hfe = I_C / I_B \quad (3.4)$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe} = \frac{25 \times 10^{-3}}{75} = 0.33 \text{ mA} \quad (3.5)$$

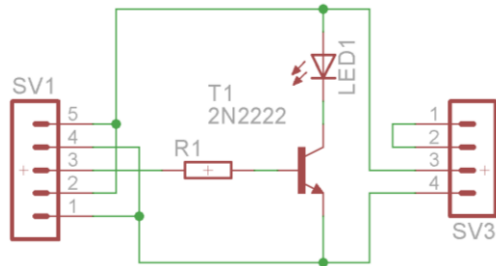
$$V_{Rb} = V_{in} - V_{BE} = 5 - 0.7 = 4.3 \text{ V} \quad (3.6)$$

$$R_B = \frac{V_{Rb}}{I_B} = \frac{4.4}{0.33 \times 10^{-3}} = 13.3 \text{ K}\Omega \quad (3.7)$$

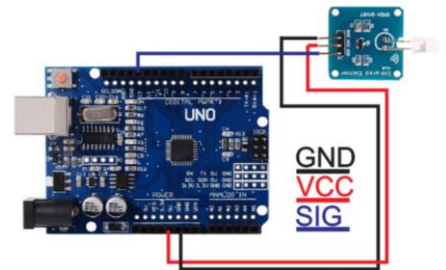
Setelah didapatkan nilai resistor pada base (R_B) agar besar arus yang melewati collector (I_C), maksimal maka di cocokkan kembali dengan nilai resistor yang ada sehingga akan didapat besar arus pada collector (I_C).

$$R_B = 15 \text{ K}\Omega$$

$$I_C = 21.75 \text{ mA}$$

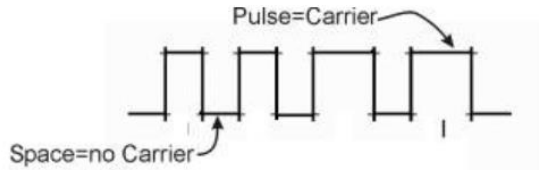


Gambar 3.19. Skematik IR Transmitter

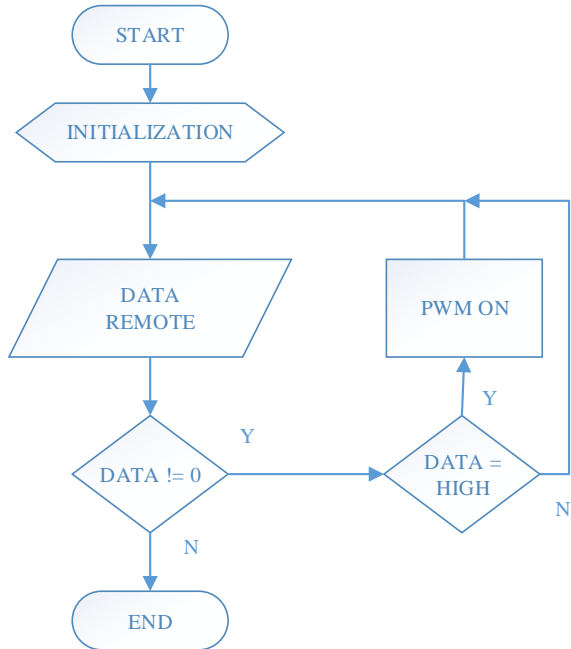


Gambar 3.20. Wiring IR Transmitter

Metode pengiriman data melalui pancaran inframerah menggunakan data biner hasil encoding yang di rubah ke dalam bentuk kombinasi pewaktuan sinyal on dan off pada satu siklus data. Sedangkan modulasi dilakukan dengan mengaktifkan Pulse Width Modulation(PWM) dengan frekuensi 38KHz yang akan aktif ketika sinyal dalam kondisi on (gambar 3.21.). Dengan diagram alir yang terdapat pada gambar 3.22. untuk melakukan pengiriman data melalui pancaran inframerah disertai dengan modulasi. Inialisasi pada *port-port* yang digunakan serta pewaktuan. Pengiriman data pemancar inframerah dengan pewaktuan dimana ketika data high atau bernilai 1 akan mengaktifkan PWM dan data low akan menghasilkan space sesuai dengan protokol yang digunakan yang ditunjukkan pada gambar 3.21..



Gambar 3.21. Sinyal instruksi



Gambar 3.22. Diagram alir pemancar inframerah

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

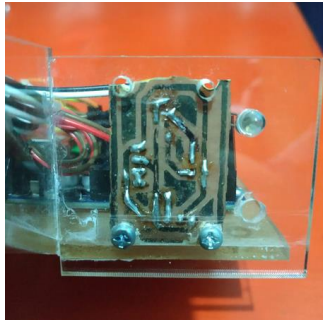
BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Pada tugas akhir ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem ini terdiri atas pengujian perangkat keras, pengujian perangkat lunak serta pengujian keseluruhan sistem.

4.1. Pengujian *Infrared Transmitter*

Pada pengujian Infrared Transmitter atau pemancar sinar inframerah beberapa macam pengujian untuk beberapa parameter yang dapat mempengaruhi terhadap keberhasilan pengiriman instruksi.



Gambar 4.1. Pemancar Inframerah

4.1.1. *Encoding Remote Data*

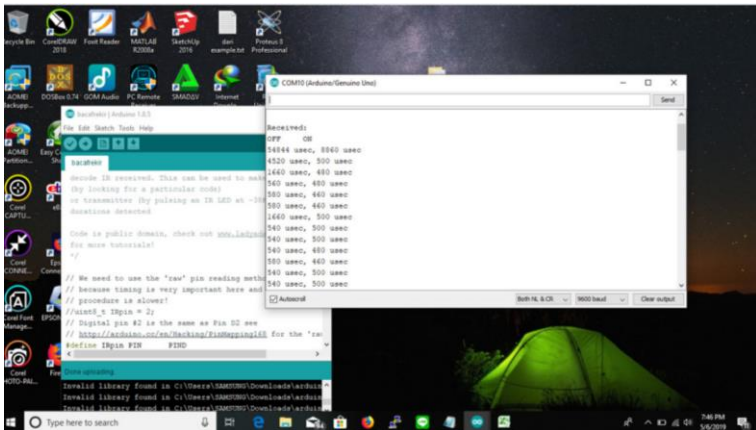
Tahap pertama yang dilakukan melakukan *encoding* data dari remote sehingga dari hasil tersebut dapat diidentifikasi protokol yang digunakan beserta data untuk melakukan instruksi tertentu.



Gambar 4.2. Setting pengambilan data remote AC



Gambar 4.3. Remote AC yang digunakan.

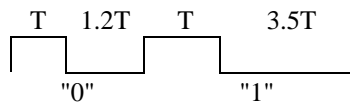


Gambar 4.4. Hasil pembacaan dengan serial monitor

Tabel 4.1. Hasil decoder

| Periode (uS) | | Keterangan |
|--------------|------|--------------|
| OFF | ON | |
| 7852 | 8940 | Header |
| 4440 | 460 | Header+Space |
| 1700 | 460 | 1 |
| 600 | 440 | 0 |
| 600 | 440 | 0 |
| 560 | 520 | 0 |
| 1640 | 480 | 1 |
| 560 | 460 | 0 |
| 580 | 460 | 0 |
| 600 | 440 | 0 |
| 1700 | 460 | 1 |
| 1700 | 500 | 1 |
| 540 | 460 | 0 |
| 560 | 520 | 0 |
| 520 | 520 | 0 |
| 520 | 460 | 0 |
| 600 | 440 | 0 |
| 600 | 440 | 0 |
| 600 | 420 | 0 |
| 580 | 520 | 0 |
| 540 | 440 | 0 |
| 600 | 440 | 0 |
| 560 | 480 | 0 |
| 1680 | 480 | 1 |
| 560 | 460 | 0 |
| 1700 | 520 | 1 |
| 520 | 460 | 0 |
| 580 | 460 | 0 |
| 600 | 440 | 0 |
| 1700 | 460 | 1 |
| Jumlah | | 28 bit |

Identifikasi protokol yang digunakan dapat diketahui dari satu siklus pengiriman data instruksi. Dalam setiap periodenya siklus memiliki waktu ON yang sama. Sedangkan untuk siklus OFF berubah – ubah bergantung pada data biner yang dimuat di tiap periodenya. Sehingga dapat disimpulkan dari ciri-ciri yang ada bahwa remote tersebut menggunakan protokol *Space Codes Signal* untuk pengiriman data instruksi, dan berdasarkan hasil pembacaan yang berupa data biner yaitu “1000 1000 1100 0000 0000 0101 0001” atau dalam hexa “88C0051”.



Gambar 4.5. Protokol remote AC

Diketahui bahwa ketika dalam satu periode $OFF < 1.5T$ maka dalam satu periode tersebut memuat data biner “0”. Sedangkan jika $OFF > 1.5 T$ atau sama dengan $3T$ maka dalam satu periode tersebut memuat data biner “1”. Berdasarkan acuan tersebut dapat diketahui data yang dimuat dalam satu siklus instruksi menontaktifkan pendingin ruangan yaitu :

Hal tersebut berlaku juga untuk instruksi yang lain seperti menaikkan ataupun menurunkan suhu pendingin ruangan pada suhu tertentu maupun mengkatifkan pendingin ruangan.

Tabel 4.2. Hasil pembacaan data remote

| No. | Instruksi | Bin | Hex |
|-----|-----------|------------------------------------|---------|
| 1 | ON | 1000 1000 0000 1000 1100 0100 1000 | 8808C48 |
| 2 | OFF | 1000 1000 1100 0000 0000 0101 0001 | 88C0051 |
| 3 | 18 | 1000 1000 0000 1000 0011 0100 1111 | 880834F |
| 4 | 19 | 1000 1000 0000 1000 0100 0100 0000 | 8808440 |
| 5 | 20 | 1000 1000 0000 1000 0101 0100 0001 | 8808541 |
| 6 | 21 | 1000 1000 0000 1000 0110 0100 0010 | 8808642 |
| 7 | 22 | 1000 1000 0000 1000 0111 0100 0011 | 8808743 |
| 8 | 23 | 1000 1000 0000 1000 1000 0100 0100 | 8808844 |
| 9 | 24 | 1000 1000 0000 1000 1001 0100 0101 | 8808945 |
| 10 | 25 | 1000 1000 0000 1000 1010 0100 0110 | 8808A46 |
| 11 | 26 | 1000 1000 0000 1000 1011 0100 0111 | 8808B47 |
| 12 | 27 | 1000 1000 0000 0000 1100 0100 0000 | 8800C40 |

Perlu diketahui juga protokol yang digunakan untuk tiap perngakat berbeda-beda sehingga perlu identifikasi ulang ketika mengganti perangkat.

4.1.2. Infrared Transmitting

Infrared Transmitting atau pemancaran cahaya inframerah dilakukan untuk mengirimkan instruksi dari mikrokontroller menuju pendingin ruangan berupa data yang dikirimkan sesuai protokol yang digunakan. Pada pengujian kali ini yang pertama dilakukan adalah menguji untuk memastikan data hasil encoding dan protokol yang telah diidentifikasi sebelumnya dapat digunakan dengan baik. Pengiriman data dilakukan dengan jarak antara perangkat pengirim dan penerima sejauh 2m dan sudut antara IR LED dengan perangkat penerima 0° atau menghadap langsung.

Tabel 4.3. Pengujian hasil pembacaan remote

| No. | Instruksi | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 |
|-----|-----------|-------|-------|-------|
| 1 | ON | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | OFF | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | 18 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4 | 19 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5 | 20 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | 21 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7 | 22 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 8 | 23 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9 | 24 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 10 | 25 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 11 | 26 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 12 | 27 | ✓ | ✓ | ✓ |

Pengiriman data menggunakan pemancar inframerah memiliki batasan dalam jarak antara pengirim dan penerima sehingga perlu diketahui jarak maksimal yang dapat dijangkau agar komunikasi berhasil dilakukan. Percobaan dilakukan dengan IR LED menghadap langsung menuju perangkat dan jarak pengujian memiliki rentang setiap 50cm atau 0.5m dengan hanya menggunakan satu perintah instruksi saja dan apabila berhasil akan terdengar respon dari pendingin ruangan.

Tabel 4.4. Pengujian jangkauan *IR Transmitter*

| NO | Jarak (cm) | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 |
|-----------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 50 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | 100 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | 150 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4 | 200 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5 | 250 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | 300 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7 | 350 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 8 | 400 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9 | 450 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 10 | 500 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 11 | 550 | ✓ | - | ✓ |
| 12 | 600 | - | ✓ | - |
| 13 | 650 | ✓ | - | - |
| 14 | 700 | - | - | - |
| 15 | 750 | - | - | - |

Sudut antara IR LED dengan pendingin ruangan juga dapat berpengaruh terhadap keberhasilan komunikasi yang dilakukan. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan satu instruksi dengan jarak 1.5m tepat di bawah pendingin ruangan dengan interval sudut sebesar 15°. Respon yang diberikan oleh pendinginruangan berupa suara ketika menerima instruksi atau komunikasi berhasil dilakukan.

Tabel 4.5. Pengujian terhadap sudut

| No. | Sudut | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | 15 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | 30 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4 | 45 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5 | 60 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | 75 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7 | 90 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 8 | 105 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9 | 120 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 10 | 135 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 11 | 150 | - | ✓ | - |
| 12 | 165 | - | - | - |
| 13 | 180 | - | - | - |

4.2. Pengujian *Thermal Camera*

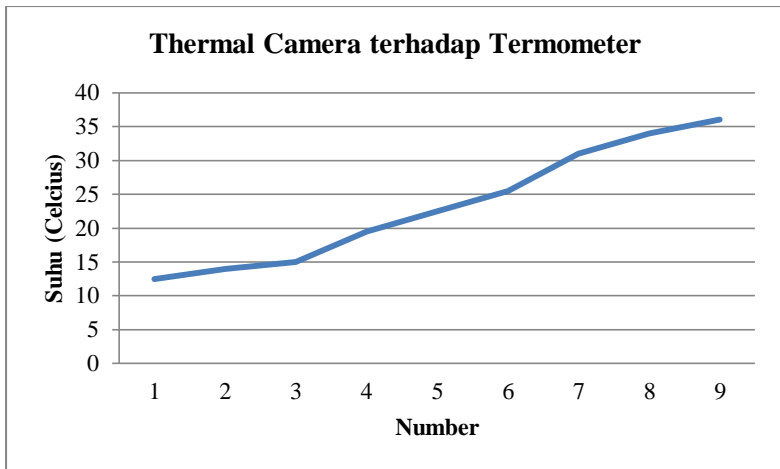
Pengujian pembacaan data *Thermal Camera* dilakukan untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor terhadap serta faktor – faktor yang dapat mempengaruhi pembacaan. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan *Thermal Camera* 10cm diatas objek yang berupa wadah berisi air yang suhunya dapat dirubah dengan menambahkan air panas maupun air es dan dibandingkan dengan termometer.



Gambar 4.6. *Setting* pengujian thermal camera

Tabel 4.6. Perbandingan *thermal camera* dengan termometer

| No | Termometer | Thermal Camera |
|----|------------|----------------|
| 1 | 12 | 13 |
| 2 | 14 | 14 |
| 3 | 15 | 15 |
| 4 | 19 | 20 |
| 5 | 23 | 22 |
| 6 | 27 | 24 |
| 7 | 32 | 30 |
| 8 | 35 | 33 |
| 9 | 37 | 35 |



Gambar 4.7. Grafik *thermal camera* terhadap termometer

Berdasarkan pengujian pembacaan sensor masih sesuai dengan yang tertera pada *datasheet* yaitu $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$.

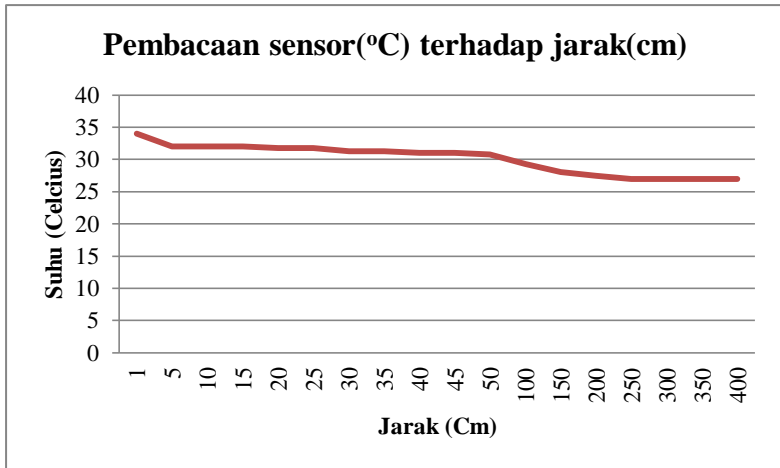
4.2.1. Pengujian Terhadap Jarak

Jarak objek terhadap sensor sangat berpengaruh terhadap pembacaan suhu. Semakin jauh objek pembacaan akan semakin kecil dikarenakan adanya gangguan dari lingkungan yaitu objek lain yang juga memancarkan inframerah sehingga juga ikut terbaca. Selain itu semakin jauh objek maka akan semakin kecil luasan yang dapat

ditangkap. Pada pengujian ini objek adalah manusia yang berada pada jarak tertentu. Hasil pembacaan adalah suhu rata-rata pada pixel yang mendeteksi suhu manusia atau lebih tinggi dari suhu sekitar dikarenakan suhu objek lebih tinggi daripada suhu sekitar.

Tabel 4.7. Pembacaan *thermal camera* terhadap jarak

| No. | Jarak(cm) | Suhu Tubuh (°C) | Terbaca(°C) |
|-----|-----------|-----------------|-------------|
| 1 | 1 | 36.5 | 34 |
| 2 | 5 | 36.5 | 32 |
| 3 | 10 | 36.5 | 32 |
| 4 | 15 | 36.5 | 32 |
| 5 | 20 | 36.5 | 31.75 |
| 6 | 25 | 36.5 | 31.75 |
| 7 | 30 | 36.5 | 31.25 |
| 8 | 35 | 36.5 | 31.25 |
| 9 | 40 | 36.5 | 31 |
| 10 | 45 | 36.5 | 31 |
| 11 | 50 | 36.5 | 30.75 |
| 12 | 100 | 36.5 | 29.25 |
| 13 | 150 | 36.5 | 28 |
| 14 | 200 | 36.5 | 27.5 |
| 15 | 250 | 36.5 | 27 |
| 16 | 300 | 36.5 | 27 |
| 17 | 350 | 36.5 | 27 |
| 18 | 400 | 36.5 | 27 |



Gambar 4.8. Grafik pembacaan *thermal camera* terhadap jarak

Dari hasil pengujian yang dilakukan di dalam ruangan yang berpendingin didapatkan pembacaan suhu tubuh manusia pada jarak – jarak tertentu. Semakin kecilnya pembacaan disebabkan semakin jauh objek maka luasan yang ditangkap akan semakin kecil, selain itu gangguan dari objek lain yang memancarkan inframerah. Pembacaan sensor akan optimal apabila objek yang diukur memiliki suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ dari objek lainnya, hal ini akan susah untuk dicapai karena harus mengkondisikan objek lainnya.

4.2.2. Pengambilan Data Histogram

Pengambilan data histogram dilakukan untuk mendapatkan distribusi frekuensi pada rentang suhu tubuh manusia dari data yang dibaca oleh sensor. Distribusi frekuensi yang didapat digunakan untuk mengestimasi jumlah orang dalam ruangan. Untuk mendapatkan data tersebut dilakukan dengan mengambil sampling data sensor ketika terdapat orang dalam ruangan dengan jumlah tertentu. Perlakuan yang dilakukan yaitu menempatkan alat pada perangkat pendingin ruangan dan merubah parameter jumlah orang dengan melakukan pergerakan dalam ruang agar didapatkan distribusi frekuensi untuk tiap orangnya.

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24 | 24 | 24.25 | 24.5 | 25.25 | 25 | 25.25 |
| 23.75 | 24 | 23.75 | 25 | 24.5 | 25.75 | 26 | 26.25 |
| 24 | 24.25 | 24.75 | 25.25 | 24 | 25.25 | 26.25 | 25.25 |
| 25 | 26.25 | 25.5 | 24.75 | 25 | 25 | 25 | 25.75 |
| 25.5 | 26.75 | 24.75 | 24.5 | 24.25 | 24.75 | 25.5 | 26.25 |
| 24.75 | 26 | 25.5 | 26.5 | 26.5 | 25.5 | 24.75 | 25.5 |
| 24.5 | 25.5 | 25 | 25.75 | 25.25 | 25 | 25 | 25.25 |
| 24.75 | 24.75 | 24.5 | 25.25 | 26.5 | 25 | 25 | 24.5 |

Gambar 4.9 Sebaran data *thermal camera* pada ruang kosong



Gambar 4.10. Histogram pada ruang kosong

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 23.5 | 23.75 | 24 | 24.5 | 24.75 | 24.5 | 24 | 25.5 |
| 24.25 | 23.5 | 23.75 | 24.5 | 24.5 | 25 | 24.5 | 26.25 |
| 23.5 | 24 | 24.25 | 25 | 24.75 | 25.5 | 25.25 | 24.75 |
| 24.5 | 24.25 | 24.5 | 25.5 | 26.75 | 27 | 24.25 | 24.25 |
| 24.25 | 24 | 24.25 | 26 | 27.75 | 27 | 25.5 | 24.75 |
| 24.25 | 24 | 24.25 | 26 | 26.5 | 27.5 | 27 | 25.5 |
| 24 | 24.25 | 24.5 | 25.25 | 24.4 | 24.5 | 24.75 | 25.25 |
| 24.25 | 24.75 | 24.5 | 25.5 | 24.75 | 24.5 | 24.75 | 25.25 |

Gambar 4.11. Sebaran data *thermal camera* satu orang



Gambar 4.12 Histogram satu orang

Dari histogram gambar 4.9. hingga gambar 4.12. beserta yang terdapat pada lampiran A didapati nilai distribusi frekuensi pada rentang batas yang ditentukan yaitu antara 27 sampai 29 untuk jumlah orang tertentu dalam ruangan. Hasil dari distribusi frekuensi tersebut dapat digunakan dalam mengestimasi jumlah orang dalam ruangan.

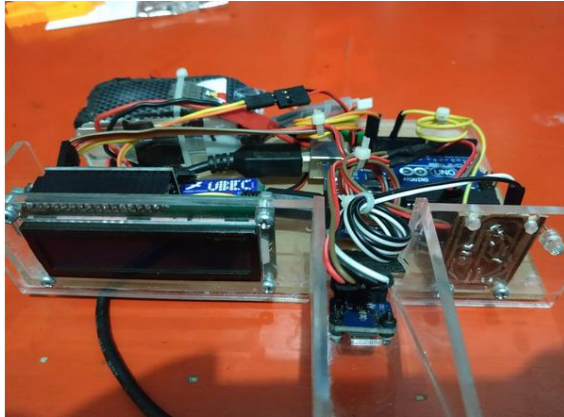
Tabel 4.8. Distribusi frekuensi

| No. | Jumlah Orang | f(27- 29) |
|-----|--------------|------------|
| 1 | 1 | 3 - 5 |
| 2 | 2 | 6 - 12 |
| 3 | 3 | 14 - 19 |
| 4 | 4 | 21 - 27 |
| 5 | 5 | 28 - 34 |
| 6 | 6 | 36 - 40 |

4.3. Pengujian Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji respon dari pendingin ruangan terhadap penambahan maupun pengurangan terhadap jumlah orang didalam ruangan. Pengujian dilakukan dengan menempatkan alat pada pendingin ruangan dan secara

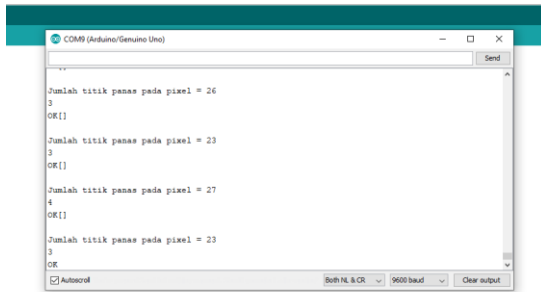
bertahap menambahkan jumlah orang ke dalam ruangan. Objek melakukan perpindahan posisi maupun perubahan gerak berdiri maupun duduk dalam ruangan.



Gambar 4.13. Alat yang sudah jadi



Gambar 4.14. Alat yang sudah terpasang pada pendingin ruangan



455@ax sensor, check wiring!);

Gambar 4.15. Tampilan pada serial monitor

Pengujian sistem secara keseluruhan dengan memasukkan objek kedalam ruangan dan bergerak secara perlahan pada area yang masih dapat dijangkau oleh *thermal camera* serta melakukan aktifitas berdiri hingga duduk dan melihat responnya.

Tabel 4.9. Pengaturan set point pendingin ruangan

| No. | Jumlah Orang | Set Point Akhir |
|-----|--------------|-----------------|
| 1 | 1 | 24 |
| 2 | 2 | 24 |
| 3 | 3 | 21 |
| 4 | 4 | 21 |
| 5 | 5 | 18 |
| 6 | 6 | 18 |

Tabel 4.10. Hasil pengujian sistem keseluruhan

| No. | Jumlah Orang | Set Point Awal(°C) | Set Point Akhir(°C) | | | |
|-----|--------------|--------------------|---------------------|----|----|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 27 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 2 | 2 | 27 | 24 | 24 | 21 | 24 |
| 3 | 3 | 27 | 21 | 21 | 24 | 21 |
| 4 | 4 | 27 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 5 | 5 | 27 | 21 | 18 | 18 | 21 |
| 6 | 6 | 27 | 18 | 18 | 18 | 18 |

Tabel 4.11. Pengaturan set point pendingin ruangan lanjutan

| No. | Jumlah Orang | Set Point Akhir |
|-----|--------------|-----------------|
| 1 | 1 | 23 |
| 2 | 2 | 22 |
| 3 | 3 | 21 |
| 4 | 4 | 20 |
| 5 | 5 | 19 |
| 6 | 6 | 18 |

Tabel 4.12. Hasil pengujian keseluruhan lanjutan 1

| No. | Jumlah Orang | Set Point Awal | Jumlah Estimasi | Set Point Akhir |
|-----|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1 | 24 | 1 | 23 |
| 2 | 2 | 24 | 3 | 23 |
| 3 | 3 | 24 | 3 | 21 |
| 4 | 4 | 24 | 4 | 20 |
| 5 | 5 | 24 | 5 | 19 |
| 6 | 6 | 24 | 6 | 18 |

Tabel 4.13. Hasil pengujian keseluruhan lanjutan 2

| No. | Jumlah Orang | Set Point Awal | Jumlah Estimasi | Set Point Akhir |
|-----|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1 | 24 | 2 | 22 |
| 2 | 2 | 24 | 3 | 22 |
| 3 | 3 | 24 | 3 | 21 |
| 4 | 4 | 24 | 4 | 20 |
| 5 | 5 | 24 | 5 | 19 |
| 6 | 6 | 24 | 6 | 18 |

Tabel 4.14. Hasil pengujian keseluruhan lanjutan 3

| No. | Jumlah Orang | Set Point Awal | Jumlah Estimasi | Set Point Akhir |
|-----|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1 | 24 | 1 | 23 |
| 2 | 2 | 24 | 2 | 22 |
| 3 | 3 | 24 | 3 | 21 |
| 4 | 4 | 24 | 4 | 20 |
| 5 | 5 | 24 | 6 | 18 |
| 6 | 6 | 24 | 6 | 18 |

Tabel 4.15. Hasil pengujian keseluruhan lanjutan 4

| No. | Jumlah Orang | Set Point Awal | Jumlah Estimasi | Set Point Akhir |
|-----|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1 | 24 | 1 | 23 |
| 2 | 2 | 24 | 2 | 22 |
| 3 | 3 | 24 | 4 | 20 |
| 4 | 4 | 24 | 4 | 20 |
| 5 | 5 | 24 | 5 | 19 |
| 6 | 6 | 24 | 6 | 18 |

Respon dari pendingin ruangan adalah berubahnya nilai set point sehingga suhu ruangan menjadi lebih dingin berdasarkan estimasi jumlah orang dalam ruangan. Dari pengujian yang dilakukan terjadi beberapa kegagalan yaitu perubahan set point pada pendingin ruangan yang tidak sesuai dengan perancangan ataupun kesalahan estimasi jumlah orang. Pergerakan yang terlalu cepat dan lebar objek

berperngaruh terhadap keberhasilan sistem. Dengan pengujian yang telah dilakukan didapati kebrhasilan sistem secara keseluruhan sebesar 81,25% dengan total 48 kali percobaan.

Sistem yang dirancang akan merubah set point pada pendingin ruangan berdasarkan estimasi jumlah orang yang ada. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapati bahwa semakin tinggi letak dari *thermal camera* maka luasan yang dapat dijangkau akan semakin luas namun juga akan memperngaruhi pembacaan sensor terhadap objek yang diukur karena makin jauh objek akan memiliki proporsi yang semakin kecil. Peletakan pada ketinggian 260cm dirasa optimal karena sensor masih mampu membaca suhu objek dan memiliki luasan yang cukup yaitu 345cm x 450cm. Pada ruang dengan luasan tersebut menggunakan pendingin ruangan berkapasitas ½ pk dapat optimal jika dalam ruangan terdapat maksimal 6 orang.

Tabel 4.16. Spesifikasi Sistem

| | | |
|---|-----------------|------|
| Tegangan Kerja | 6 V – 12 V DC | |
| Ketinggian | 260 cm | |
| Luas | 350 cm X 450 cm | |
| Kapasitas | 1 - 6 Orang | |
| Pengaturan Suhu | 0 Orang | 27°C |
| | 1 Orang | 24°C |
| | 2 Orang | 23°C |
| | 3 Orang | 22°C |
| | 4 Orang | 21°C |
| | 5 Orang | 20°C |
| | 6 Orang | 19°C |
| | > 6 Orang | 17°C |
| Pergerakan yang tidak dapat terdeteksi | Tidur | |
| | | |

BAB V

PENUTUP

Setelah dilakukan perancangan sistem secara keseluruhan dan serangkaian pengujian, maka dapat penulis ambil kesimpulan dan saran.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu, setiap remote memiliki protokol pengiriman yang berbeda-beda, sehingga pada proses duplikasi perlu mengidentifikasi protokol pada remote serta data yang digunakan untuk memberikan sebuah instruksi. Pada umumnya sinyal pengiriman yang digunakan telah dimodulasi dengan sinyal 38KHz, sehingga ketika proses decoding memerlukan filter untuk memisahkan sinyal asli dengan pembawa. *Thermal camera* dapat digunakan untuk merepresentasikan suhu dalam ruangan, sehingga berdasarkan perubahan suhu yang terjadi dapat diestimasi jumlah orang dalam ruangan. Penggunaan distribusi frekuensi dari histogram thermal camera kurang fleksibel jika digunakan dengan ruangan yang berbeda serta kondisi ruang yang berbeda juga. Walaupun demikian penggunaan metode sederhana tersebut cukup efektif untuk mengestimasi jumlah orang dengan prosentase keberhasilan 81,25%.

5.2. Saran

Saran yang diberikan oleh penulis berdasarkan dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan diantaranya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh jarak terhadap pembacaan suhu objek, dikarenakan pada penelitian yang telah dilakukan perubahan ketinggian yang signifikan akan merubah hasil pembacaan sistem. Diketahui dengan metode yang digunakan penulis untuk melakukan estimasi jumlah orang kurang fleksibel dikarenakan pengaruh oleh jarak terhadap pembacaan sensor sehingga dimungkinkan menggunakan metode lain untuk mengurangi pengaruh dari jarak. Parameter lain juga dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan perubahan suhu ruangan yaitu berdasarkan aktifitas dari objek baik bergerak aktif maupun pasif.

“ Halaman ini sengaja di kosongkan ”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daru, Gardina, “Analisa Pemborosan Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia”, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta : 2012.
- [2] Syahrizal, Iman. Panjaitan, Seno. dan Yandri,” Analisa Konsumsi Energi Listrik pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan”, Jurnal Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, Pontianak : 2013.
- [3] Dahono, P.A.,” Menghemat Energi Dengan Menggunakan Energi Listrik”, Jurnal Fakultas Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Bandung : 2011.
- [4] Syukron, Ibnu,” Pembuatan Inverter Untuk Air Conditioner”, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang : 2013.
- [5] Hui, Hongxun. Ding, Yi. dan Zheng, Menglian,” Equivalent Modeling of Inverter Air Conditioners for Providing Frequency Regulation Service”, IEEE Transactions On Industrial Electronics.
- [6] Prasetya, Yoga, “. Analisa Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan dan Air Conditioner di Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang”, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang : 2014.
- [7] Sudirman. “Studi Eksperimental Pengontrolan Air Conditioning System Dengan Fuzzy Logic Control”, Jurnal Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, Badung : 2011.
- [8] Ginting, Hardianto. Aziz, Azridjal. dan Kurniawan, Iwan,” Temperatur Sistem Pendingin Siklus Uap Terhadap Perubahan beban Pendingin Dengan Penambahan Kondensor Dummy Sebagai Water Heater”, Jurnal Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru : 2014.
- [9] Sarinda, Arlik, “Analisa Perubahan Suhu Ruangan Terhadap Kenyamanan Termal Di Gedung 3 FKIP universitas Negeri Jember”, Skripsi Fakultas Teknik. Universitas Negeri Jember, Jember : 2017.
- [10] Agus, “Penyakit Akibat Kerja Disebabkan Faktor Fisik”, Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta : 2011.
- [11] Wangean, Lesley Z. Fransiska, Lintong. dan Jimmy F, Rumampuk,” Pengaruh lamanya paparan energy panas terhadap

- suhu tubuh dengan metode mandi uap pada wanita dewasa”, Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado : 2016.
- [12] Ono, Masaji,” Heat Stroke and the Thermal Environment”, JMAJ, May / June 2013 — Vol. 56, No. 3.
- [13] Salehah, Amelia,” Perbedaan Intensitas Atensi Siswa Pada Suhu Dingin, Ideal, dan Panas Di SMK Telkom Sandhy Putra Banjarbaru”, Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru : 2016.
- [14] Badan Standarisasi Nasional,” Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung”, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2001.
- [15] Budiyanto, Joko,”Fisika Kelas 12”, Jakarta : 2009.
- [16] Vollmer, M. Mollmann, K.,” Infrared Thermal Imaging Book”, German : 2010.
- [17] Tyndal, Ash. Cardell-Oliver, Rachel.dan Keating, Adrian,” Occupancy Estimation using a Low-Pixel Count Thermal Imager”, In IEEE Sensors Journal, Vol, XX,NO. XX, XX 2016.
- [18] Datasheet,”Infrared Array Sensor Grid-EYE(AMG8833)”, Panasonic, 2017.
- [19] Garaza, Christian,”Development of a Doorway Occupancy Counter based on Thermal Array Sensing Technology”, In 2016 IEEE Region 10 Conference.
- [20] Mohamed, Danang Rizki,” Rancang Bangun Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Berdasarkan Suhu Tubuh Menggunakan Termometer Inframerah”, Tugas Akhir Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya : 2016.
- [21] Mohri, Katsuo. Abe, Yuhei. Azuma, Nobuo. Hagiwara, Yoshimune. dan Yabe, Yuhika,”Design Philosophy and Practice of Microprocessor Controlled Room Air Conditioner”, IEEE Transactions on Consumer Electronic, Vol. CE-25.
- [22] Lee, Ju-Kyung. Dan Lee, Suk,” PMV Calculation and Intelligent Control Algorithm for Location-based Human Adaptive Air – conditioner”, In IEEE 2nd Global Conference.
- [23] Akhila. N, Divakara,” Intelligent Sensing System for Adjusting Temperatures in Air Conditioners”, In IEEE International Conference on Contemporary Computing and Informatics.
- [24] Datasheet,”2N2222, 2N222A NPN switching transistor”, Philips, 1997.

LAMPIRAN A

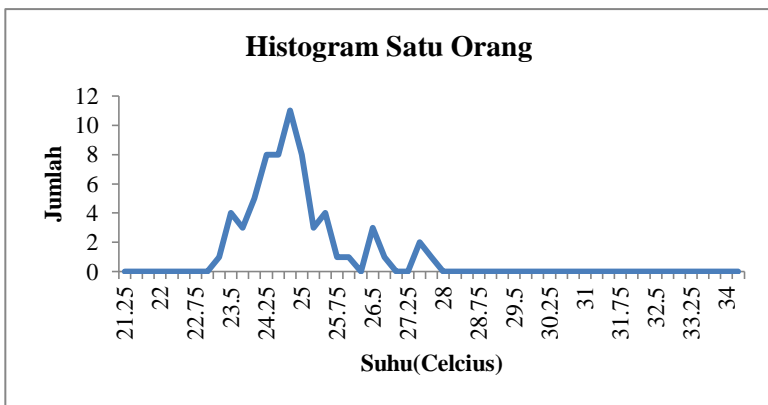
Sebaran data dan histogra *thermal camera* pada ruang kosong:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24 | 24 | 24.25 | 24.5 | 25.25 | 25 | 25.25 |
| 23.75 | 24 | 23.75 | 25 | 24.5 | 25.75 | 26 | 26.25 |
| 24 | 24.25 | 24.75 | 25.25 | 24 | 25.25 | 26.25 | 25.25 |
| 25 | 26.25 | 25.5 | 24.75 | 25 | 25 | 25 | 25.75 |
| 25.5 | 26.75 | 24.75 | 24.5 | 24.25 | 24.75 | 25.5 | 26.25 |
| 24.75 | 26 | 25.5 | 26.5 | 26.5 | 25.5 | 24.75 | 25.5 |
| 24.5 | 25.5 | 25 | 25.75 | 25.25 | 25 | 25 | 25.25 |
| 24.75 | 24.75 | 24.5 | 25.25 | 26.5 | 25 | 25 | 24.5 |

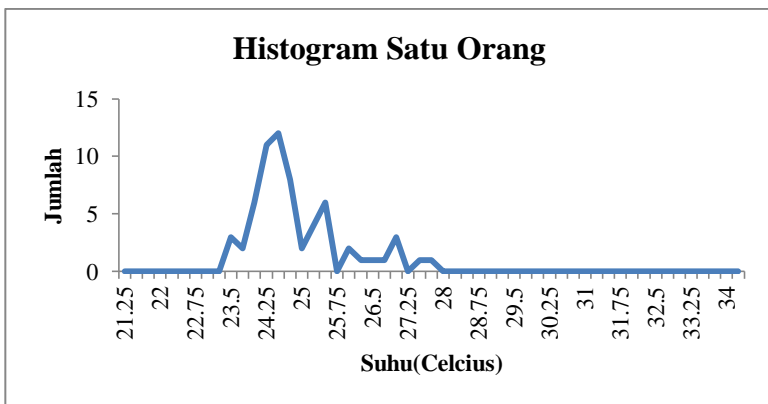


Sebaran data dan histogra *thermal camera* satu orang:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.5 | 24 | 23.5 | 24.25 | 24.5 | 24.75 | 24.5 | 25.25 |
| 24 | 23.25 | 23.5 | 24.25 | 25 | 24.5 | 24.75 | 26 |
| 24 | 24 | 24 | 24.75 | 25 | 25.5 | 25.25 | 24.75 |
| 24.25 | 24.75 | 24.25 | 25 | 26.5 | 26.5 | 25.25 | 24.75 |
| 24.75 | 24.25 | 24.5 | 25.75 | 27.5 | 27.75 | 25.5 | 25 |
| 23.75 | 23.5 | 23.75 | 25.5 | 26.5 | 27.5 | 24.5 | 25 |
| 24.5 | 24.5 | 24.25 | 25 | 24.75 | 25.5 | 25 | 24.75 |
| 24.25 | 24.25 | 23.75 | 25 | 26.75 | 24.5 | 24.75 | 24.75 |

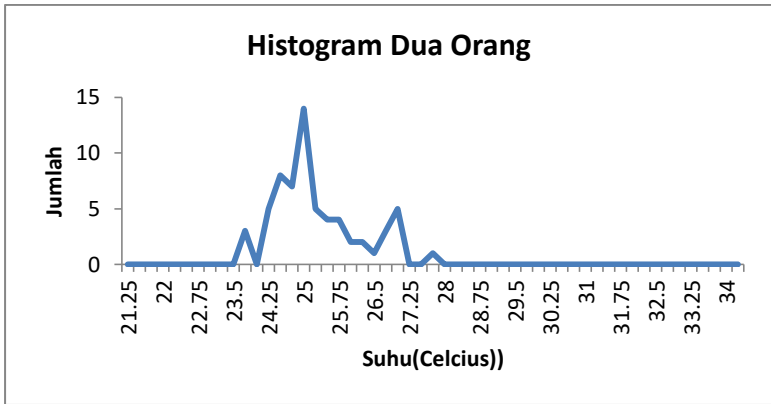


| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 23.5 | 23.75 | 24 | 24.5 | 24.75 | 24.5 | 24 | 25.5 |
| 24.25 | 23.5 | 23.75 | 24.5 | 24.5 | 25 | 24.5 | 26.25 |
| 23.5 | 24 | 24.25 | 25 | 24.75 | 25.5 | 25.25 | 24.75 |
| 24.5 | 24.25 | 24.5 | 25.5 | 26.75 | 27 | 24.25 | 24.25 |
| 24.25 | 24 | 24.25 | 26 | 27.75 | 27 | 25.5 | 24.75 |
| 24.25 | 24 | 24.25 | 26 | 26.5 | 27.5 | 27 | 25.5 |
| 24 | 24.25 | 24.5 | 25.25 | 24.4 | 24.5 | 24.75 | 25.25 |
| 24.25 | 24.75 | 24.5 | 25.5 | 24.75 | 24.5 | 24.75 | 25.25 |

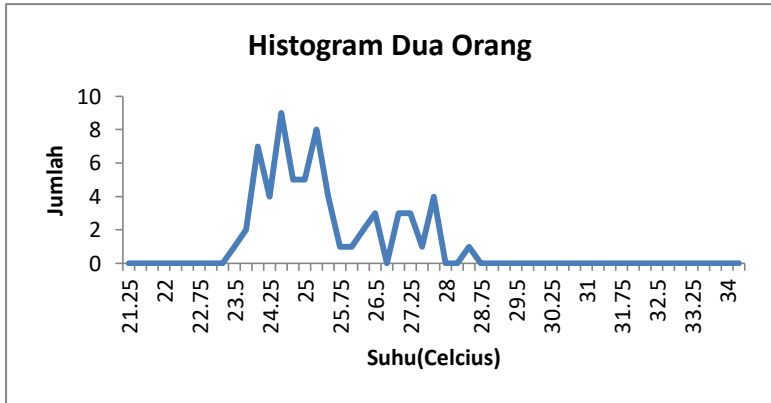


Sebaran data dan histogra *thermal camera* dua orang:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24.25 | 23.75 | 24.25 | 25 | 25 | 25 | 26.75 |
| 24.5 | 23.75 | 24.35 | 24.5 | 25 | 25 | 26 | 25.25 |
| 24.25 | 24.5 | 24.5 | 25 | 27 | 25 | 26.25 | 25.75 |
| 24.25 | 25 | 27 | 26.25 | 27 | 25.25 | 25.5 | 25.25 |
| 25 | 27 | 27 | 26.5 | 27.75 | 25.5 | 25 | 24.75 |
| 25.75 | 24.75 | 24.5 | 26.75 | 26 | 25.25 | 24.75 | 25 |
| 24.75 | 24.75 | 24.75 | 25.75 | 25.75 | 25.5 | 25 | 25 |
| 24.5 | 24.5 | 24.25 | 25.25 | 26.75 | 25.35 | 25 | 24.75 |



| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24 | 23.5 | 24.25 | 25.25 | 25.25 | 25.25 | 25.25 |
| 24 | 23.75 | 24 | 25.25 | 25.25 | 27 | 26 | 26.5 |
| 24.35 | 24.5 | 24.25 | 25.25 | 27.25 | 28.5 | 27.25 | 25.25 |
| 24.75 | 24.75 | 24.5 | 27.75 | 27.75 | 27 | 27.75 | 25.75 |
| 24.5 | 24 | 24.75 | 27.25 | 27.75 | 27.5 | 26.5 | 26.25 |
| 24.25 | 24 | 24.5 | 25.5 | 27 | 25.5 | 25 | 25.5 |
| 24.25 | 24 | 24.75 | 25 | 26.25 | 25.5 | 25 | 24.5 |
| 24 | 24.35 | 24.5 | 25 | 26.5 | 24.75 | 25 | 24.5 |

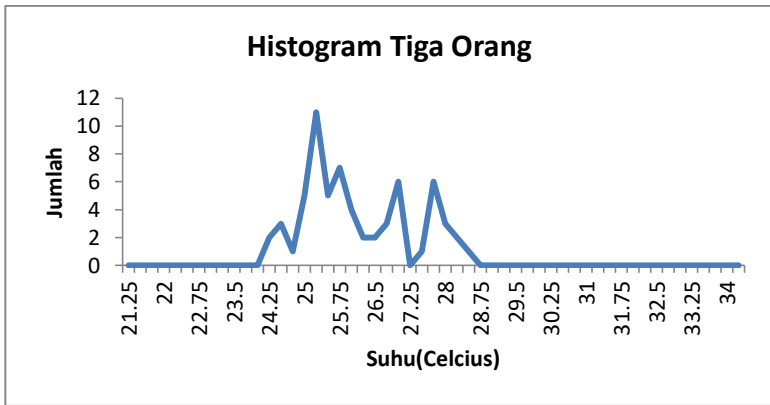


Sebaran data dan histogra *thermal camera* tiga orang:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24 | 24 | 24.25 | 24.5 | 25.25 | 25 | 25.25 |
| 23.75 | 24 | 23.75 | 25 | 24.5 | 25.75 | 26 | 26.25 |
| 24 | 24.25 | 24.75 | 25.25 | 27.25 | 28.25 | 27.75 | 25.25 |
| 25 | 26.25 | 27 | 27.75 | 28 | 28 | 27.5 | 25.75 |
| 25.5 | 26.75 | 27.25 | 27 | 27.5 | 27.25 | 27.75 | 26.25 |
| 24.75 | 26 | 25.5 | 26.5 | 26.5 | 25.5 | 24.75 | 25.5 |
| 24.5 | 25.5 | 25 | 25.75 | 27 | 25 | 25 | 25.25 |
| 24.75 | 24.75 | 24.5 | 25.25 | 26.5 | 25 | 25 | 24.5 |



| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24.25 | 25 | 27.75 | 26.5 | 25 | 25.25 | 25.25 | 25.75 |
| 25 | 25.75 | 27 | 25.5 | 25.75 | 25.5 | 26.75 | 26.75 |
| 24.5 | 26.25 | 26.5 | 26.75 | 27.75 | 28.5 | 28 | 26 |
| 24.75 | 26.25 | 27 | 28.25 | 28.25 | 27.5 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 25.5 | 27 | 27.75 | 27.75 | 27 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 24.5 | 26 | 27.75 | 27 | 26 | 25.5 | 26 |
| 25 | 25.25 | 25.25 | 25.75 | 27.75 | 25.5 | 25.75 | 25.25 |
| 24.25 | 25.25 | 24.5 | 25.25 | 27 | 25.25 | 25 | 25.25 |

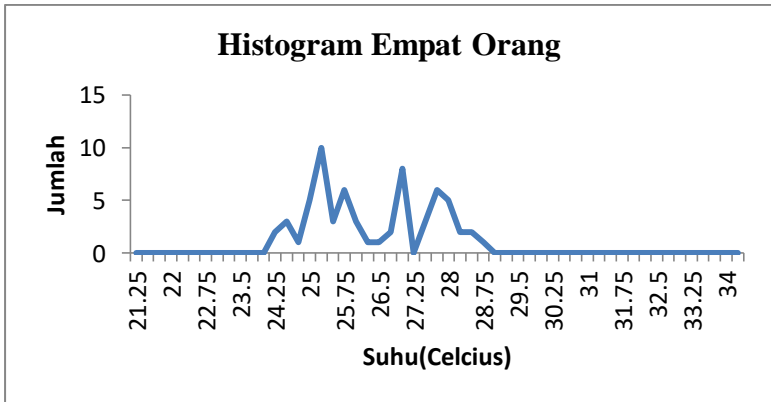


Sebaran data dan histogra *thermal camera* empat orang:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24 | 26 | 26.5 | 24.5 | 25.25 | 25 | 25.25 |
| 23.75 | 27 | 28 | 25 | 24.5 | 25.75 | 26 | 26.25 |
| 24 | 24.25 | 24.75 | 25.25 | 27.25 | 28.25 | 27.75 | 25.25 |
| 25 | 26.25 | 27 | 27.75 | 28 | 28 | 27.5 | 25.75 |
| 25.5 | 26.75 | 27.25 | 27 | 27.5 | 27.25 | 27.75 | 26.25 |
| 24.75 | 26 | 25.5 | 26.5 | 26.5 | 27.5 | 24.75 | 25.5 |
| 24.5 | 25.5 | 26.5 | 25.75 | 27 | 25 | 25 | 25.25 |
| 24.75 | 24.75 | 24.5 | 25.25 | 27 | 25 | 25 | 24.5 |

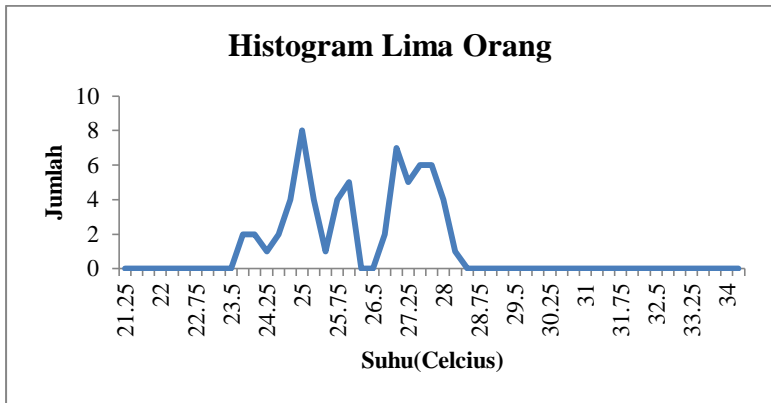


| | | | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24.25 | 25 | 27 | 27 | 25 | 25.25 | 25.25 | 25.75 |
| 25 | 28.75 | 27.5 | 25.5 | 25.75 | 25.5 | 26.75 | 26.75 |
| 24.5 | 26.25 | 26.5 | 27 | 27.75 | 28.5 | 28 | 26 |
| 24.75 | 27 | 27.5 | 28.25 | 28.25 | 27.5 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 27 | 28 | 27.75 | 27.75 | 27 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 24.5 | 26 | 27.75 | 27 | 28 | 28.5 | 26 |
| 25 | 25.25 | 27 | 25.75 | 27.75 | 25.5 | 25.75 | 25.25 |
| 24.25 | 25.25 | 24.5 | 25.25 | 27.75 | 25.25 | 25 | 25.25 |

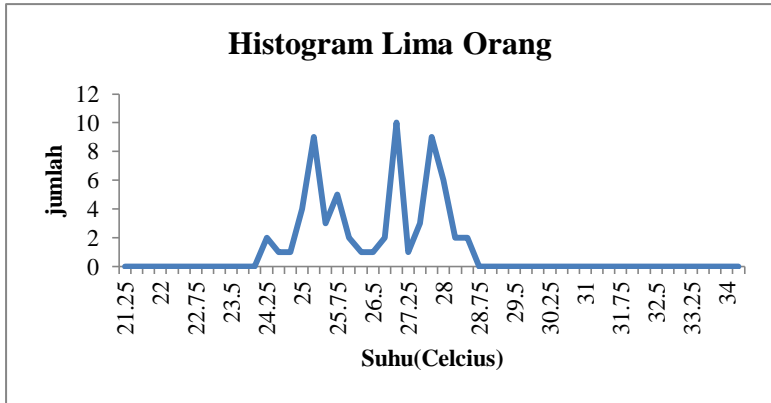


Sebaran data dan histogra *thermal camera* lima orang:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 24 | 27.75 | 27 | 24.5 | 25.25 | 25 | 25.75 |
| 23.75 | 27.25 | 27.5 | 25 | 24.5 | 25.75 | 26 | 26.75 |
| 24 | 24.25 | 24.75 | 28 | 27.25 | 28.25 | 27.75 | 26 |
| 25 | 27.25 | 27 | 27.75 | 28 | 28 | 27.5 | 25.75 |
| 25.5 | 27 | 27.25 | 27 | 27.5 | 27.25 | 27.75 | 25.75 |
| 24.75 | 26 | 27 | 28 | 27.5 | 27.75 | 27 | 26 |
| 26 | 26.75 | 27.5 | 27.75 | 27 | 25 | 25 | 25.25 |
| 24.75 | 24.75 | 25 | 25.25 | 27.5 | 25 | 25 | 25.25 |

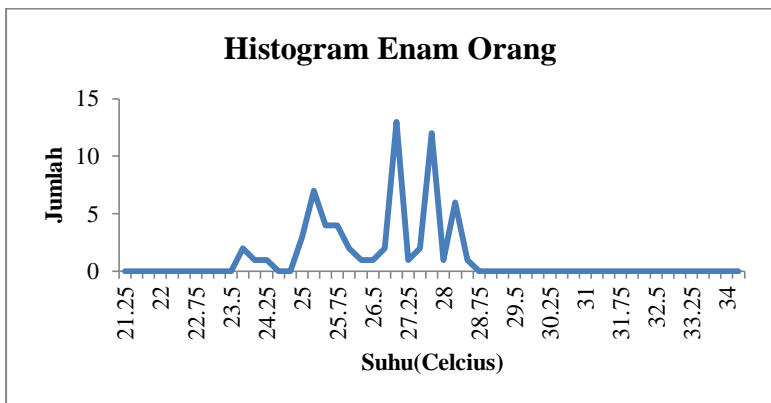


| | | | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24.25 | 25 | 28 | 27 | 25 | 25.25 | 25.25 | 25.75 |
| 25 | 28.5 | 27 | 25.5 | 25.75 | 25.5 | 26.75 | 26.75 |
| 24.5 | 26.25 | 26.5 | 27.75 | 27.75 | 28.5 | 28 | 26 |
| 24.75 | 27.75 | 27 | 28.25 | 28.25 | 27.5 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 27.75 | 27 | 27.75 | 27.75 | 27 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 27 | 27.5 | 27.75 | 27 | 28 | 27.75 | 26 |
| 27.25 | 27 | 28 | 27.5 | 27.75 | 25.5 | 25.75 | 25.25 |
| 24.25 | 25.25 | 27 | 25.25 | 27 | 25.25 | 25 | 25.25 |

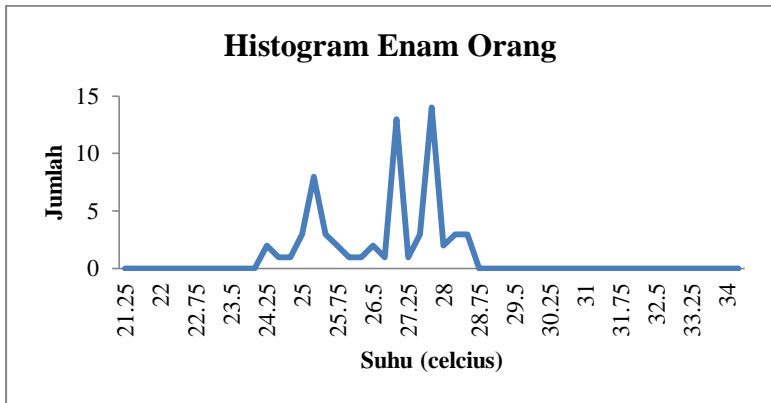


Sebaran data dan histogra *thermal camera* enam orang:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23.75 | 25 | 27.75 | 27 | 25 | 25.25 | 25.25 | 25.75 |
| 23.75 | 27.75 | 27 | 25.5 | 25.75 | 25.5 | 26.75 | 26.75 |
| 24 | 26.25 | 26.5 | 27.75 | 27.75 | 28.5 | 27.5 | 26 |
| 25 | 28.25 | 27 | 28.25 | 28.25 | 27.5 | 27.75 | 25.75 |
| 25.5 | 27 | 27 | 27.75 | 27.75 | 27 | 28 | 25.75 |
| 25.25 | 27 | 27.75 | 27.75 | 27 | 28.25 | 27.75 | 26 |
| 27 | 27.25 | 27.75 | 28.25 | 27.75 | 25.5 | 27 | 25.25 |
| 24.25 | 27 | 27 | 25.25 | 27 | 25.25 | 28.25 | 25.25 |



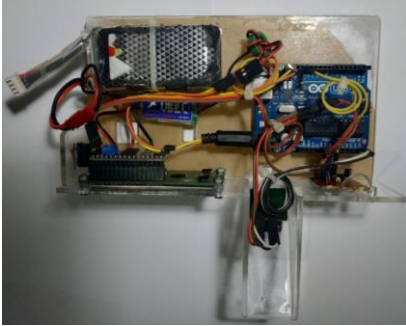
| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24.25 | 25 | 27.75 | 26.5 | 25 | 25.25 | 25.25 | 25.75 |
| 25 | 27.75 | 27 | 25.5 | 25.75 | 25.5 | 26.75 | 26 |
| 24.5 | 26.25 | 26.5 | 27 | 27.75 | 28.5 | 28 | 25.25 |
| 24.75 | 27.75 | 27 | 28.25 | 28.25 | 27.5 | 27.75 | 25.25 |
| 25.25 | 27.5 | 27 | 27.75 | 27.75 | 27 | 28 | 27 |
| 25.25 | 27.75 | 28.5 | 27.75 | 27 | 28.5 | 28.25 | 27 |
| 27 | 27.25 | 27 | 27.75 | 27.75 | 25.5 | 27 | 27.75 |
| 24.25 | 27 | 27.75 | 25.25 | 27 | 25.25 | 27.75 | 27.5 |



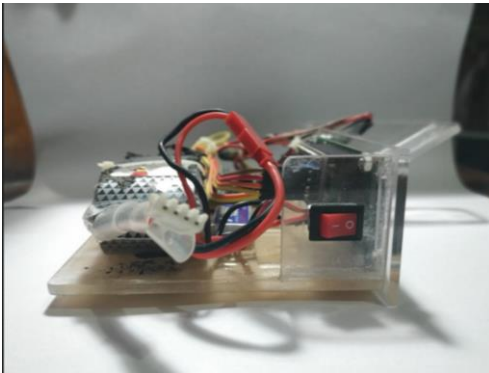
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN B

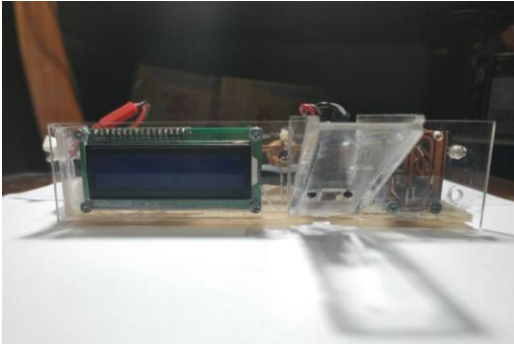
Dokumentasi



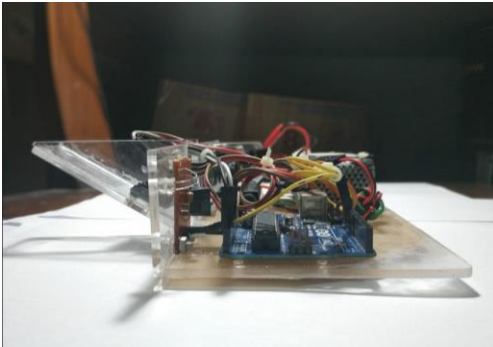
Perangkat tampak atas



Perangkat tampak kanan



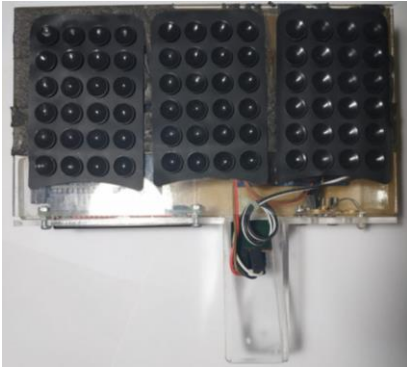
Perangkat tampak depan



Perangkat tampak kiri



Perangkat tampak belakang



Perangkat tampak atas beserta penutup



Ruangan objek

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

LAMPIRAN C

Program akses *thermal camera* :

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_AMG88xx.h>
Adafruit_AMG88xx amg;
float pixels[AMG88xx_PIXEL_ARRAY_SIZE];
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println(F("AMG88xx pixels"));
  bool status;
  status = amg.begin();
  if (!status) {
    Serial.println("Could not find a valid AMG88xx sensor; check
wiring!");
    while (1);
  }
  Serial.println("-- Pixels Test --");
  Serial.println();
  delay(100);
}
void loop() {
  amg.readPixels(pixels);
  Serial.print("[");
  for(int i=1; i<=AMG88xx_PIXEL_ARRAY_SIZE; i++){
    Serial.print(pixels[i-1]);
    Serial.print(", ");
    if( i%8 == 0 ) Serial.println();
  }
  Serial.println("]");
  Serial.println();
  delay(1000);
}
```

Program decoder remote :

```
#define IRpin_PIN    PIND
#define IRpin        2
#define MAXPULSE 65000
#define RESOLUTION 20
uint16_t pulses[100][2];
uint8_t currentpulse = 0;
void setup(void) {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Ready to decode IR!");
}

void loop(void) {
    uint16_t highpulse, lowpulse;
    highpulse = lowpulse = 0;
    while (IRpin_PIN & (1 << IRpin)) {
        highpulse++;
        delayMicroseconds(RESOLUTION);
        if ((highpulse >= MAXPULSE) && (currentpulse != 0)) {
            printpulses();
            currentpulse=0;
            return;
        }
    }
    pulses[currentpulse][0] = highpulse;
    while (!(IRpin_PIN & _BV(IRpin))) {
        lowpulse++;
        delayMicroseconds(RESOLUTION);
        if ((lowpulse >= MAXPULSE) && (currentpulse != 0)) {
            printpulses();
            currentpulse=0;
            return;
        }
    }
    pulses[currentpulse][1] = lowpulse;
    currentpulse++;
}
```

```

void printpulses(void) {
  Serial.println("\n\nReceived: \n\rOFF \tON");
  for (uint8_t i = 0; i < currentpulse; i++) {
    Serial.print(pulses[i][0] * RESOLUTION, DEC);
    Serial.print(" usec, ");
    Serial.print(pulses[i][1] * RESOLUTION, DEC);
    Serial.println(" usec");
  }

  Serial.println("int IRsignal[] = {");
  Serial.println("// ON, OFF ");
  for (uint8_t i = 0; i < currentpulse-1; i++) {
    //Serial.print("\t"); // tab
    Serial.print("pulseIR(");
    Serial.print(pulses[i][1] * RESOLUTION, DEC);
    Serial.print(");");
    Serial.println("");
    Serial.print("delayMicroseconds(");
    Serial.print(pulses[i+1][0] * RESOLUTION, DEC);
    Serial.println(");");
  }
  Serial.print("pulseIR(");
  Serial.print(pulses[currentpulse-1][1] * RESOLUTION, DEC);
  Serial.print(");");
}

```

Program pengiriman instruksi:

```
int IRledPin = 13;
void setup() {
  pinMode(IRledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  if(Serial.available()>0){
    int baca = Serial.read();
    if (baca == 'a'){
      Serial.println("On");
      fanon();
    }
    if (baca == 'b'){
      Serial.println("off");
      fanoff();
    }
  }
}
void pulseIR(long microsecs) {
  cli();
  while (microsecs > 0) {
    digitalWrite(IRledPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(IRledPin, LOW);
    delayMicroseconds(10
    microsecs -= 26;
  }
  sei();
}
void fanon() {
  //result of data decoding
}
void fanoff(){
  //result of data decoding
}
```


Program keseluruhan:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_AMG88xx.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
Adafruit_AMG88xx amg;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 16, 2);
float pixels[AMG88xx_PIXEL_ARRAY_SIZE];
int titik_panas=0;
int titik_orang=0;
int baca_awal=0;
int jorg = 0;
int setAC = 0;
int IRledPin = 13;
void setup() {
  ACON();
  Serial.begin(9600);
  bool status;
  status = amg.begin();
  if (!status) {
    Serial.println("Could not find a valid AMG88xx sensor,
check wiring!");
    while (1);
  }
  delay(100);
  pinMode(IRledPin, OUTPUT);
  lcd.begin();
  baca();
  delay(5000);
}
void loop() {
  lcd.backlight();
  amg.readPixels(pixels);
  titik_panas=0;
  titik_orang=0;
  for(int i=1; i<=AMG88xx_PIXEL_ARRAY_SIZE; i++){
    if(pixels[i-1] >= 29 && pixels[i-1] <= 34)
    {
      titik_panas = titik_panas+1;
    }
  }
}
```

```

    }
    titik_orang=titik_panas-baca_awal;
    Serial.print("Jumlah titik orang pada pixel = ");
    Serial.println(titik_orang);
    jumor();
}

void baca(){
    amg.readPixels(pixels);
    baca_awal=0;
    Serial.print("[");
    for(int i=1; i<=AMG88xx_PIXEL_ARRAY_SIZE; i++){
        if(pixels[i-1] >= 29 && pixels[i-1] <= 34)
        {
            baca_awal = baca_awal+1;
        }
    }
}

void jumor(){
    if( titik_orang < 3){
        if (setAC != 27){
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Dingin");
            //lcd.print(jorg);
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print("Suhu = 27 o C");
            setAC=27;
            //AC27();
            delay(500);
        }
        else{
            jorg = 0;
            Serial.println(jorg);
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Dingin");
            //lcd.print(jorg);

```

```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 27 o C");
    setAC=27;
    Serial.print("OK");
    delay(500);
}
}

else if( titik_orang >= 3 && titik_orang <= 5){
    if (setAC != 24){
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Dingin");
        //lcd.print(jorg);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Suhu = 24 o C");
        setAC=24;
        //AC24();
        delay(500);
    }
    else{
        jorg = 1;
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Dingin");
        //lcd.print(jorg);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Suhu = 24 o C");
        setAC=24;
        Serial.print("OK");
        delay(500);
    }
}

else if( titik_orang >= 6 && titik_orang <= 13){
    if (setAC != 24){
        Serial.println(jorg);

```

```

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Dingin");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 24 o C");
    setAC=24;
    //AC24();
    delay(500);
}
else{
    jorg = 2;
    Serial.println(jorg);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Dingin");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 24 o C");
    setAC=24;
    Serial.print("OK");
    delay(500);
}
}

else if( titik_orang >= 14 && titik_orang <= 20){
    if(setAC != 21){
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Sedang");
        //lcd.print(jorg);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Suhu = 21 o C");
        setAC=21;
        //AC21();
        delay(500);
    }
    else{

```

```

    jorg = 3;
    Serial.println(jorg);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Sedang");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 21 o C");
    setAC=21;
    Serial.print("OK");
    delay(500);
}
}

else if( titik_orang >= 21 && titik_orang <= 27){
    if (setAC != 21){
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Sedang");
        //lcd.print(jorg);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Suhu = 21 o C");
        setAC=21;
        //AC21();
        delay(500);
    }
    else{
        jorg = 4;
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Sedang");
        //lcd.print(jorg);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Suhu = 21 o C");
        setAC=21;
        Serial.print("OK");
        delay(500);
    }
}

```

```

}
}

else if( titik_orang >= 28 && titik_orang <= 34){
  if (setAC != 18){
    Serial.println(jorg);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Hangat");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 18 o C");
    setAC=18;
    //AC18();
    delay(500);
  }
  else{
    jorg = 5;
    Serial.println(jorg);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Hangat");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 18 o C");
    setAC=18;
    Serial.print("OK");
    delay(500);
  }
}

else if( titik_orang >= 35 && titik_orang <= 40){
  if (setAC != 18){
    Serial.println(jorg);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Hangat");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);

```

```

    lcd.print("Suhu = 18 o C");
    setAC=18;
    //AC18();
    delay(500);
}
else{
    jorg = 6;
    Serial.println(jorg);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Hangat");
    //lcd.print(jorg);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 18 o C");
    setAC=18;
    Serial.print("OK");
    delay(500);
}
}
else if( titik_orang >40){
    if (setAC != 17){
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Hangat");
        //lcd.print(jorg);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Suhu = 17 o C");
        setAC=17;
        //AC17();
        delay(500);
    }
    else{
        jorg = 7;
        Serial.println(jorg);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Hangat");
        //lcd.print(jorg);
    }
}

```

```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Suhu = 17 o C");
    setAC=17;
    Serial.print("OK");
    delay(500);
  }
}
}
void pulseIR(long microsecs){
  cli();
  while (microsecs > 0) {
    digitalWrite(IRledPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(IRledPin, LOW);
    delayMicroseconds(10);
    microsecs -= 26;
  }
  sei();
}
void ACON(){
  //result of data decoding On
}
void AC27(){
  //result of data decoding 27
}
void AC24(){
  //result of data decoding 24
}
void AC23(){
  //result of data decoding 23
}
void AC22(){
  //result of data decoding 22
}
void AC21(){
  //result of data decoding 21
}
void AC20(){
  //result of data decoding 20
}

```



```
}  
void AC19(){  
  //result of data decoding 19  
}  
void AC18(){  
  //result of data decoding 18  
}  
void AC17(){  
  //result of data decoding 17  
}
```

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

LAMPIRAN D



Infrared Array Sensor Grid-EYE (AMG88)

Infrared Array Sensor Grid-EYE



High Precision Infrared Array Sensor based on Advanced MEMS Technology

Features

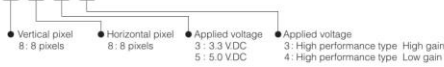
- Temperature detection of two-dimensional area: 8 × 8 (64 pixels)
- Digital output (capability of temperature value output)
- Compact SMD package (adaptively to reflow mounting)
- RoHS compliant

Typical applications

- High function home appliances (microwaves and air-conditioners)
- Energy saving at office (air-conditioning/lighting control)
- Digital signage
- Automatic doors/elevators

Ordering information

AMG 8 8



Types

Tape and reel package : 1,000 pcs.

| Product name | Number of pixel | Operating voltage | Amplification factor | Part number |
|---|--|-------------------|------------------------------------|-------------|
| Infrared array sensor Grid-EYE High performance type | 64 (Vertical 8 × Horizontal 8 Matrix) | 3.3 V.DC | High performance type High gain | AMG8833 |
| | | | High performance type Low gain | AMG8834 |
| | | 5.0 V.DC | High performance type High gain | AMG8853 |
| | | | High performance type Low gain | AMG8854 |

Rating

| Item | Performance | |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|
| | High gain | Low gain |
| Applied voltage | 3.3 V.DC±0.3 V.DC or 5.0 V.DC±0.5 V.DC | |
| Temperature range of measuring object | 0 °C to 80 °C +32 °F to +176 °F | -20 °C to 100 °C -4 °F to +212 °F |
| Operating temperature range | 0 °C to 80 °C +32 °F to +176 °F | -20 °C to 80 °C -4 °F to +176 °F |
| Storage temperature range | -20 °C to 80 °C -4 °F to +176 °F | -20 °C to 80 °C -4 °F to +176 °F |

Panasonic Infrared Array Sensor Grid-EYE (AMG88)

| Absolute maximum ratings | | |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Item | Absolute maximum ratings | Terminal |
| Applied voltage | -0.3 V.DC to 6.5 V.DC | VDD |
| Input voltage | -0.3 V.DC to VDD +0.3 V.DC | SCL, SDA, AD_SELECT |
| Output sink current | -10 mA to 10 mA | INT, SDA |
| Static electricity (Human body model) | 1 kV | All terminals |
| Static electricity (Machine model) | 200 V | All terminals |

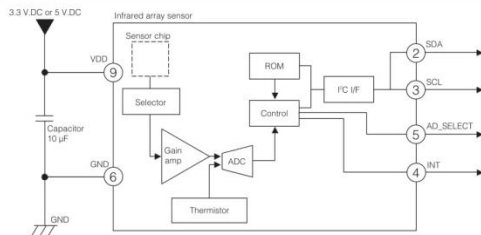
| Characteristics | | |
|-----------------------------|--|---|
| Item | Performance | |
| | High performance type High gain | High performance type Low gain |
| Temperature accuracy | Typical $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ $\pm 4.5^{\circ}\text{F}$ | Typical $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ $\pm 5.4^{\circ}\text{F}$ |
| Human detection distance *1 | 7 m or less (reference value) 22.966 ft | |
| NETD *2 | Typ. 0.05 $^{\circ}\text{C}$ 32.900 $^{\circ}\text{F}$ Typ. 0.16 $^{\circ}\text{C}$ 32.288 $^{\circ}\text{F}$ | 1 Hz 10 Hz |
| Viewing angle | Typical 60 $^{\circ}$ | |
| Optical axis gap | Within Typical $\pm 5.6^{\circ}$ | |
| Current consumption | Typical 4.5 mA (normal mode) Typical 0.2 mA (sleep mode) Typical 0.8 mA (stand-by mode) | |
| Setup time | Typical 50 ms (Time to enable communication after setup) Typical 15 s (Time to stabilize output after setup) | |

Note: *1 To have more than 4 $^{\circ}\text{C}$ 7.2 $^{\circ}\text{F}$ of temperature difference from background
 Detection object size: 700 x 250 mm 27.559 x 9.843 inch (Assumable human body size)
 *2 It is calculated from 4 pixels of centers.

| Performance | |
|-------------------------------------|--|
| Item | Performance |
| Number of pixel | 64 (Vertical 8 x Horizontal 8 Matrix) |
| External interface | I ² C (fast mode) |
| Frame rate | Typical 10 frames/sec or 1 frame/sec |
| Operating mode *1 | Normal Sleep Stand-by (10 sec or 60 sec intermittence) |
| Output mode | Temperature output |
| Calculate mode | No moving average or Twice moving average |
| Temperature output resolution | 0.25 $^{\circ}\text{C}$ 32.45 $^{\circ}\text{F}$ |
| Number of sensor address | 2 (I ² C slave address) |
| Thermistor output temperature range | -20 $^{\circ}\text{C}$ to 80 $^{\circ}\text{C}$ -4 $^{\circ}\text{F}$ to +176 $^{\circ}\text{F}$ |
| Thermistor output resolution | 0.0625 $^{\circ}\text{C}$ 32.1125 $^{\circ}\text{F}$ |

Note: *1 Normal Mode : normal operation mode; Sleep Mode: detection is off (output and data reading not possible); Standby Mode: 1 frame measuring intermittently every 10 or 60 sec.

Internal circuit

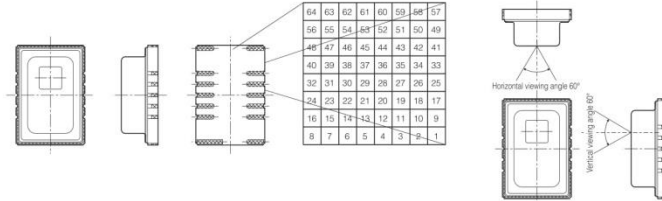


* INT terminal (4) normally has same voltage as VDD. When interrupting, same as GND (0V)

Panasonic Infrared Array Sensor Grid-EYE (AMG88)

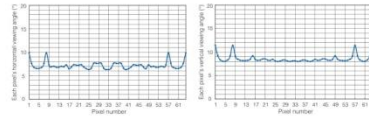
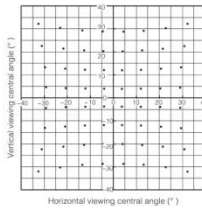
Pixel array and viewing field

- (1) Pixel array
Pixel array from 1 to 64 is shown below.
- (2) Viewing field
Sensor viewing field (typical) is shown below.



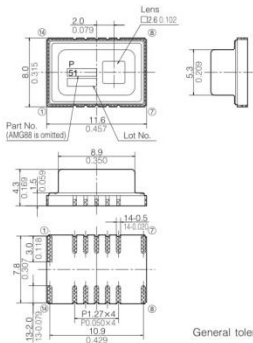
Optical properties

- (1) Each pixel's viewing central angle
Sensor's optical center (the origin of graph below)
gap: within $\pm 5.6^\circ$ (Typical) (Both horizontal and vertical directions)
- (2) Each pixel's viewing angle (half angle)
Central 4 pixels (Pixel No. 28, 29, 36, 37) viewing angle (half angle): horizontal direction 7.7° (Typical)
vertical direction 8° (Typical)



Dimensions

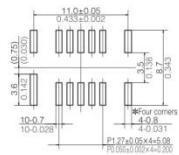
External dimensions



| Number | Terminal Name | Number | Terminal Name |
|--------|---------------|--------|---------------|
| ① | NC | ⑧ | NC |
| ② | SDA | ⑨ | VDD |
| ③ | SCL | ⑩ | AVDD-PC |
| ④ | INT | ⑪ | NC |
| ⑤ | AD_SELECT | ⑫ | DVDD-PC |
| ⑥ | GND | ⑬ | VPP |
| ⑦ | NC | ⑭ | NC |

Note : Leave terminal *NC (No.①,⑦,⑧,⑭) and ⑫) unconnected.
Make electrical potential of terminals ⑨ and ⑬ the same.

Recommended PC board pad



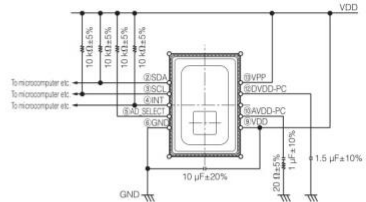
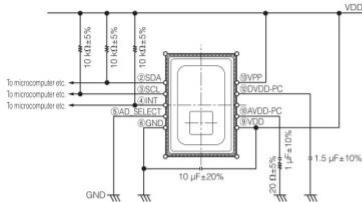
General tolerance : $\pm 0.2 \pm 0.08$

unit : mm inch

Panasonic Infrared Array Sensor Grid-EYE (AMG88)

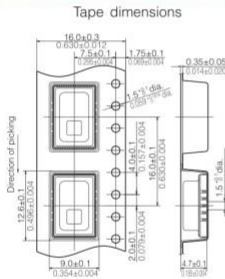
External circuit

- (1) In case of setting I²C slave address of the sensor 1101000
 * Connect terminal ⑤ (AD_SELECT) to GND.
- (2) In case of setting I²C slave address of the sensor 1101001
 * Connect terminal ⑤ (AD_SELECT) to VDD.

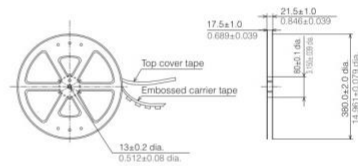


This circuit is an example to drive infrared array sensor "Grid-EYE", so that we will not take any responsibility of loss which is due to this circuit.

Packing format (Tape and reel)



Dimensions of tape reel



unit : mm inch

Notes

■ Precaution for fundamental structure of sensor

Infrared Array Sensor is a thermopile type infrared sensor which detects the amount of infrared rays. Below conditions generally degrade the temperature accuracy. Carefully check the performance and stability under actual use conditions, and perform temperature corrections when necessary.

- When heating elements exist near the mounting position of the sensor.
- When the sensor is exposed to cold or hot air.
- When the temperature of the sensor body rapidly changes.
- When substances (e.g., glasses, acrylics or steams), which hardly transmit a far infrared ray, exist between the sensor and the detected object.
- When substances (e.g., foreign substances or water), which hardly transmit a far infrared ray, adhere to the lens of the sensor.

■ Use environment

- 1) Temperature: See the specifications
- 2) Humidity: Between 15% and 85% R.H. (Avoid freezing and dew condensation)
- 3) Atmospheric pressure: Between 86 and 106 kPa

- 4) Vibrations and shocks may damage the sensor, and cause malfunction and performance deterioration. If loads and shocks are applied on the lens, the damaged sensor may cause malfunction and performance deterioration.

- 5) The product is not water/splash-proof. Perform water/dust-proofing and dew condensation/freezing countermeasures in accordance with use environment. When dew condensation occurs, responsiveness of heat source detection may delay for several seconds.

- 6) Avoid use and storage in the corrosive gas (organic solvent, sulfuric acid and hydrogen sulfide gases) to avoid malfunction and performance deterioration.

- 7) Use surge absorbers as applying the external surge voltage may damage the internal circuit.

- 8) Malfunction may occur near electric noises from static electricity, lightning, broadcast or amateur radio stations and mobile phones.

- 9) The sensor can continuously operate within the range of using ambient temperature (using ambient humidity). However, ensure that humidity is within the range described in the following page as humidity varies according to temperature. Avoid the continuous operation near the operational limit. The temperature range does not guarantee the durability.

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

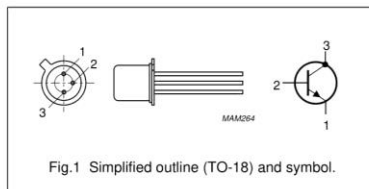
- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

| PIN | DESCRIPTION |
|-----|------------------------------|
| 1 | emitter |
| 2 | base |
| 3 | collector, connected to case |



QUICK REFERENCE DATA

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|-----------|--|---|------------|----------|------------|
| V_{CBO} | collector-base voltage 2N2222 2N2222A | open emitter | – | 60 75 | V V |
| V_{CEO} | collector-emitter voltage 2N2222 2N2222A | open base | – | 30 40 | V V |
| I_C | collector current (DC) | | – | 800 | mA |
| P_{tot} | total power dissipation | $T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$ | – | 500 | mW |
| h_{FE} | DC current gain | $I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$ | 75 | – | |
| f_T | transition frequency 2N2222 2N2222A | $I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$ | 250 300 | – | MHz MHz |
| t_{off} | turn-off time | $I_{Con} = 150\text{ mA}; I_{Bon} = 15\text{ mA}; I_{Boff} = -15\text{ mA}$ | – | 250 | ns |

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|------------------|-------------------------------|---------------------------|------|------|------|
| V _{CBO} | collector-base voltage | open emitter | – | 60 | V |
| | 2N2222 2N2222A | | – | 75 | V |
| V _{CEO} | collector-emitter voltage | open base | – | 30 | V |
| | 2N2222 2N2222A | | – | 40 | V |
| V _{EBO} | emitter-base voltage | open collector | – | 5 | V |
| | 2N2222 2N2222A | | – | 6 | V |
| I _C | collector current (DC) | | – | 800 | mA |
| I _{CM} | peak collector current | | – | 800 | mA |
| I _{BM} | peak base current | | – | 200 | mA |
| P _{tot} | total power dissipation | T _{amb} ≤ 25 °C | – | 500 | mW |
| | | T _{case} ≤ 25 °C | – | 1.2 | W |
| T _{stg} | storage temperature | | –65 | +150 | °C |
| T _J | junction temperature | | – | 200 | °C |
| T _{amb} | operating ambient temperature | | –65 | +150 | °C |

THERMAL CHARACTERISTICS

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | VALUE | UNIT |
|---------------------|---|-------------|-------|------|
| R _{th j-a} | thermal resistance from junction to ambient | in free air | 350 | K/W |
| R _{th j-c} | thermal resistance from junction to case | | 146 | K/W |

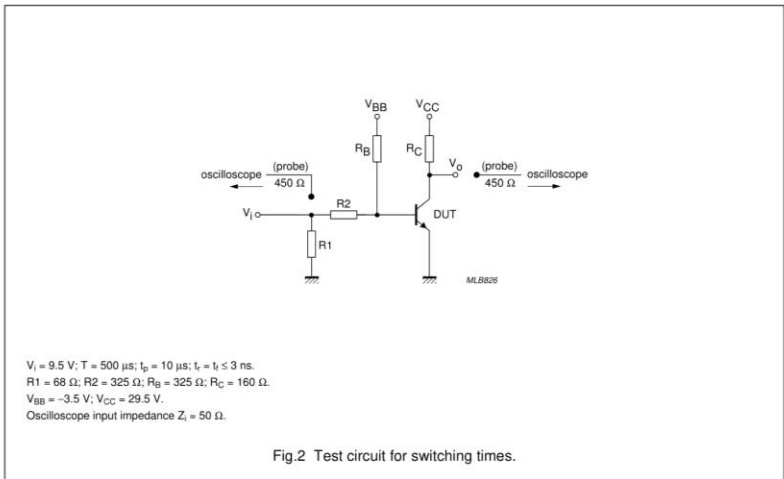
CHARACTERISTICST_J = 25 °C unless otherwise specified.

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|--------------------|---|---|---|------|------|
| I _{CBO} | collector cut-off current 2N2222 | I _E = 0; V _{CB} = 50 V | – | 10 | nA |
| | | I _E = 0; V _{CB} = 50 V; T _{amb} = 150 °C | – | 10 | μA |
| I _{CBO} | collector cut-off current 2N2222A | I _E = 0; V _{CB} = 60 V | – | 10 | nA |
| | | I _E = 0; V _{CB} = 60 V; T _{amb} = 150 °C | – | 10 | μA |
| I _{EBO} | emitter cut-off current | I _C = 0; V _{EB} = 3 V | – | 10 | nA |
| h _{FE} | DC current gain | I _C = 0.1 mA; V _{CE} = 10 V | 35 | – | |
| | | I _C = 1 mA; V _{CE} = 10 V | 50 | – | |
| | | I _C = 10 mA; V _{CE} = 10 V | 75 | – | |
| | | I _C = 150 mA; V _{CE} = 1 V; note 1 | 50 | – | |
| h _{FE} | DC current gain 2N2222 | I _C = 150 mA; V _{CE} = 10 V; note 1 | 100 | 300 | |
| | | | I _C = 150 mA; V _{CE} = 10 V; note 1 | 100 | 300 |
| h _{FE} | DC current gain 2N2222A | I _C = 10 mA; V _{CE} = 10 V; T _{amb} = –55 °C | 35 | – | |
| h _{FE} | DC current gain 2N2222 2N2222A | I _C = 500 mA; V _{CE} = 10 V; note 1 | 30 | – | |
| V _{CEsat} | collector-emitter saturation voltage 2N2222 | I _C = 150 mA; I _B = 15 mA; note 1 | – | 400 | mV |
| | | I _C = 500 mA; I _B = 50 mA; note 1 | – | 1.6 | V |
| V _{CEsat} | collector-emitter saturation voltage 2N2222A | I _C = 150 mA; I _B = 15 mA; note 1 | – | 300 | mV |
| | | I _C = 500 mA; I _B = 50 mA; note 1 | – | 1 | V |
| V _{BEsat} | base-emitter saturation voltage 2N2222 | I _C = 150 mA; I _B = 15 mA; note 1 | – | 1.3 | V |
| | | I _C = 500 mA; I _B = 50 mA; note 1 | – | 2.6 | V |
| V _{BEsat} | base-emitter saturation voltage 2N2222A | I _C = 150 mA; I _B = 15 mA; note 1 | 0.6 | 1.2 | V |
| | | I _C = 500 mA; I _B = 50 mA; note 1 | – | 2 | V |
| C _c | collector capacitance | I _E = I _Q = 0; V _{CB} = 10 V; f = 1 MHz | – | 8 | pF |
| C _e | emitter capacitance 2N2222A | I _C = I _C = 0; V _{EB} = 500 mV; f = 1 MHz | – | 25 | pF |
| f _T | transition frequency 2N2222 2N2222A | I _C = 20 mA; V _{CE} = 20 V; f = 100 MHz | 250 | – | MHz |
| | | | 300 | – | MHz |
| F | noise figure 2N2222A | I _C = 200 μA; V _{CE} = 5 V; R _S = 2 kΩ; f = 1 kHz; B = 200 Hz | – | 4 | dB |

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|--|---------------|--|------|------|------|
| Switching times (between 10% and 90% levels); see Fig.2 | | | | | |
| t_{on} | turn-on time | $I_{Con} = 150 \text{ mA}; I_{Bon} = 15 \text{ mA}; I_{Boff} = -15 \text{ mA}$ | – | 35 | ns |
| t_d | delay time | | – | 10 | ns |
| t_r | rise time | | – | 25 | ns |
| t_{off} | turn-off time | | – | 250 | ns |
| t_s | storage time | | – | 200 | ns |
| t_f | fall time | | – | 60 | ns |

Note

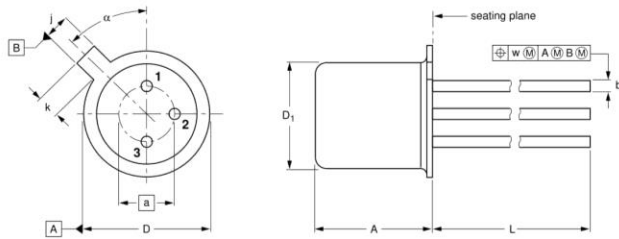
1. Pulse test: $t_p \leq 300 \mu\text{s}; \delta \leq 0.02$.



PACKAGE OUTLINE

Metal-can cylindrical single-ended package; 3 leads

SOT18/13



DIMENSIONS (millimetre dimensions are derived from the original inch dimensions)

| UNIT | A | a | b | D | D ₁ | j | k | L | w | α |
|------|--------------|------|--------------|--------------|----------------|--------------|------------|--------------|------|-----|
| mm | 5.31 4.74 | 2.54 | 0.47 0.41 | 5.45 5.30 | 4.70 4.55 | 1.03 0.94 | 1.1 0.9 | 15.0 12.7 | 0.40 | 45° |

| OUTLINE VERSION | REFERENCES | | | | EUROPEAN PROJECTION | ISSUE DATE |
|-----------------|---------------|-------|------|--|---------------------|------------|
| | IEC | JEDEC | EIAJ | | | |
| SOT18/13 | B11/C7 type 3 | TO-18 | | | | 97-04-18 |

DEFINITIONS

| Data sheet status | |
|---|---|
| Objective specification | This data sheet contains target or goal specifications for product development. |
| Preliminary specification | This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later. |
| Product specification | This data sheet contains final product specifications. |
| Limiting values | |
| Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability. | |
| Application information | |
| Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification. | |

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

BIODATA PENULIS



Imam Sasongko Jati adalah anak pertama dari 4 bersaudara, lahir di Sampang pada tanggal 5 Januari tahun 1996. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Kutisari III Surabaya pada tahun 2007, lalu pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 12 Suraya pada tahun 2010, pendidikan menengah atas di SMA Negeri 16 Surabaya pada tahun 2013, dan Diploma 3 Teknik Elektronika di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan sarjana melalui jalur lanjut jenjang di Teknik Elektro Institut Teknologi sepuluh Nopember.

HP/WA : 083831822212

E-Mail : imamsasjati@gmail.com

Line : [@i_sasjati](#)